



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

SEGURIDAD EN EL LABORATORIO QUIMICO

TRABAJO MONOGRAFICO

VICTOR JAVIER CARRANZA FERREIRA

CARRERA: QUIMICO

1983



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE GENERAL

INTRODUCCION

-1-

CAPITULO 1. REGLAS BASICAS

1.1.-	ACTITUDES EN EL TRABAJO DE LABORATORIO	-1-
1.2.-	IMPLEMENTACION DE PROGRAMAS DE SEGURIDAD	-4-
1.3.-	PREVENCION DE HERIDAS	-6-
1.4.-	PROTECCION PARA LOS OJOS	-8-
1.5.-	PROTECCION PARA LA CARA	-10-
1.6.-	PROTECCION PARA LAS MANOS	-11-
1.7.-	PROTECCION TOTAL AL CUERPO	-11-
1.8.-	DERRAME DE SUBSTANCIAS PELIGROSAS	-12-
1.9.-	PREVENCION DE ACCIDENTES POR CORRIENTE ELECTRICA	-16-
1.10.-	CONTROL DE REACCIONES	-18-
1.11.-	RIESGOS CON EQUIPOS E INSTRUMENTOS	-20-
1.12.-	SEGURIDAD CRIOGENICA	-22-
1.13.-	LIMPIEZA DE MATERIAL DE VIDRIO	-24-
1.14.-	ELIMINACION DE DESECHOS	-25-
1.15.-	FILOSOFIA DE LA ACTUACION PROFESIONAL DEL QUIMICO	-28-

CAPITULO 2. FUEGO

2.1.-	CLASES DE FUEGO	-32-
2.2.-	VENTILACION	-34-
2.3.-	ALMACENAMIENTO	-38-
2.4.-	RECIPIENTES	-39-

2.5.-	SOLIDOS FLAMABLES	-43-
2.6	FUEGO POR MATERIALES CLASICOS	-46-
2.7	TEORIA DE CONTROL DEL FUEGO	-47-
2.8	AGENTES EXTINGUIDORES	-48-
2.9	EXTINGUIDORES	-49-
2.10.-	EVALUACION DE LOS EXTINGUIDORES	-51-
2.11.-	MANTENIMIENTO Y LOCALIZACION	-52-
2.12.-	EVACUACION DE UN AREA ACCIDENTADA	-52-
2.13.-	DISEÑO DE LABORATORIOS QUIMICOS	-54-

CAPITULO 3. EXPLOSION

3.2.-	EXPLOSIONES POR SUBSTANCIAS QUIMICAS	-56-
3.3.-	EXPLOSION POR EQUIPOS	-68-
3.4.-	EXPLOSIONES EN EL DRENAJE	-69-
3.5.-	REACCIONES QUIMICAS	-71-
3.6.-	HIDROCARBUROS HALOGENADOS	-71-
3.7.-	TRICLORURO DE NITROGENO	-72-
3.8.-	PEROXIDO DE POTASIO	-72-
3.9.-	SODIO CON DIOXIDO DE CARBONO	-72-
3.10.-	POLIACETILENOS	-72-
3.11.-	TRONERA PARA EXPLOSIONES	-73-
3.12.-	PANTALLAS PROTECTORAS	-74-
3.13.-	INCENDIO	-75-
3.14.-	MEDIDAS PREVENTIVAS PARA EVITAR EXPLOSIONES	-75-

CAPITULO 4. TOXICIDAD

4.2.-	EFFECTOS DE LAS SUBSTANCIAS TOXICAS EN EL ORGANISMO	-77-
4.3.-	DEFINICION DE SUBSTANCIAS TOXICAS	-79-
4.4.-	RANGO DE TOXICIDAD	-79-
4.5.-	DOSIFICACION	-81-
4.6.-	CLASES DE SUBSTANCIAS TOXICAS	-81-
4.7.-	VIAS DE ENTRADA AL ORGANISMO	-82-
4.8.-	CLASES DE TOXICIDAD	-82-
4.9.-	DISOLVENTES ORGANICOS	-83-
4.10.-	ALCOHOLES Y ETHERES ALIFATICOS	-84-
4.11	ACIDOS CARBOXILICOS	-86-
4.12.-	ALDEHIDOS	-87-
4.13.-	ORGANOCORADOS ALIFATICOS	-88-
4.14.-	AMINAS ALIFATICAS	-89-
4.15.-	DISOLVENTES AROMATICOS	-90-
4.16.-	ACIDOS AROMATICOS CARBOXILICOS	-93-
4.17.-	FENOLES	-96-
4.18.-	ALDEHIDOS AROMATICOS	-97-
4.19.-	COMPUESTOS AROMATICOS ORGANOCORADOS	-97-
4.20.-	ACIDOS INORGANICOS	-99-
4.21.-	OTRAS SUBSTANCIAS INORGANICAS	-102-
4.22.-	REGLAS PREVENTIVAS ELEMENTALES	-103-
4.23.-	CUIDADO DE LOS OJOS	-105-

CAPITULO 5. PRIMEROS AUXILIOS

5.2.-	TRATAMIENTO DE EMERGENCIA EN EL ATAQUE DE SUBSTANCIAS QUIMICAS A LOS OJOS	-107-
5.3.-	PRIMEROS AUXILIOS EN CASO DE ACCIDENTE A LOS OJOS	-108-
5.4.-	HEMORRAGIAS	-108-
5.5.-	RESPIRACION ARTIFICIAL	-110-
5.6.-	INTOXICACION POR INHALACION	-111-
5.7.-	SHOCK	-111-
5.8.-	INTOXICACION O ENVENENAMIENTO	-112-
5.9.-	CONTAMINACION POR LA PIEL	-114-
5.10.-	CONTAMINACION DE LOS OJOS	-114-
5.11.-	QUEMÁDURAS	-114-
5.12.-	QUEMADURA TERMICA NO EXTENSA	-115-
5.13.-	QUEMADURA TERMICA EXTENSA	-115-
5.14.-	QUEMADURA POR SUBSTANCIAS QUIMICAS	-116-
5.15.-	ABRASIONES Y CORTADAS	-116-
5.16.-	FORMA ADECUADA DE MOVER A UN HERIDO	-117-
	CONCLUSIONES	-118-
	TABLAS Y APENDICES	-120-
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	-126-
	GLOSARIO	-129-

INTRODUCCION

El químico como profesionista tiene una gran responsabilidad tanto legal como moral de proteger no sólo su vida, sino la de otras personas que bajo su responsabilidad laboran, y aún de valiosos bienes materiales encomendados a su cuidado.

El, un laboratorio químico, en el que siempre existen riesgos potenciales por las actividades que ahí se realizan, el químico carga sobre sí la responsabilidad de que todos los procesos se desarrollen con un máximo de seguridad no solo aquellos que son rutinarios, sino también los de investigación.

Para ello se precisa conocer los múltiples aspectos del término "seguridad", su conocimiento debe ser por parte del profesionista químico si bien no completo; situación que sería utópica; si en el grado suficiente para efectuar su trabajo con responsabilidad.

Esta tesis tiene por objeto fijar algunos lineamientos de seguridad que son de importancia elemental, y que el químico debe conocer y PRACTICAR, se han recopilado de la literatura al respecto publicada entre 1970-1980; seleccionándose aquella que cubre los aspectos fundamentales y prácticos enfocados en forma primordial a laboratorios químicos, las reglas propuestas no pueden de ningún modo aplicarse a cada laboratorio y situación, pero es muy necesario que el químico actúe siempre con una alta filosofía de seguridad, sopesando cuidadosamente los riesgos intrínsecos de cada operación en el laboratorio, a fin de diseñar los pasos o procedimientos adecuados que eviten en la mayor medida posible los accidentes, manteniendo en mente la idea de ELIMINARLOS.

Esto conlleva el necesario conocimiento de las medidas correctivas que se deben tomar una vez ocurrido algún evento, de cualquier forma como un profesionista de la seguridad el químico debe orientar en todo momento su tra-

bajo no sólo a la calidad científica sino a que este se realice con los máximos parámetros de seguridad a fin de que todo mundo pueda desarrollar de las formas más adecuadas su potencialidad laboral y científica,

La práctica de la seguridad implica el deseo por parte de quien trabaja no sólo de protegerse sino también de proteger de igual forma a los demás, esta costumbre deberá observarse siempre, hasta convertirse en un hábito el cual no deberá perderse o menoscabarse, para ello se tornará muy necesario _ cumplir una disciplina, a su vez ésta implicará fijar y cumplir disposiciones y reglas, y HACERLAS CUMPLIR; de lo anterior se infiere que la seguridad no sólo es un compromiso legal o científico sino, sobre todo, un deber MORAL, _ el cual sólo puede cumplirse con el conocimiento adecuado y la actitud requerida.

La conciencia de seguridad debe fomentarse y practicarse en todo momento puesto que la propia felicidad personal puede depender, en alto grado, de cumplir cabalmente una filosofía de seguridad en todo tiempo, no sólo en la permanencia en el laboratorio sino en todo lugar y situación.

CAPITULO I

REGLAS BASICAS

Pese a la especificidad de los procesos que se llevan a cabo en un laboratorio químico, existen ciertos parámetros generales que en los aspectos relativos a la seguridad deben ser conocidos perfectamente por el profesionalista químico; en efecto; pese a la diversidad tan enorme de reacciones, procesos, y procedimientos de manejo de aparatos, instrumentos y substancias, hay ciertas normas y procedimientos comunes a todos ellos

Estas reglas básicas, que son aquellos procedimientos encaminados a la seguridad en el laboratorio, deben ser observadas y puestas en práctica por todos, puestos que son COMUNES A TODAS LAS LABORES EFECTUADAS EN EL LABORATORIO.

I.1 ACTITUDES EN EL TRABAJO DE LABORATORIO

No basta solo el deseo de protegerse y proteger a los demás, es necesario desarrollar y practicar una serie de actitudes que en el laboratorio minimicen los riesgos, creando una atmósfera de seguridad.

La primera y más importante premisa es la comunicación; un espíritu comunitario es absolutamente indispensable, todas las reglas de seguridad se deben comunicar y discutir entre todos; a niveles informales o formales, pero siempre ENTRE TODOS, las reuniones sobre seguridad deben ser periódicas y en todo caso ANTERIORES a cualquier práctica o proceso, la comunicación comprende el saber exponer y el SABER OIR, así como explicar de modo que todo mundo comprenda lo que se ha expuesto, esto implicaría también el saber cuando modificar los propios conceptos, que pueden no ser los correctos, de manera que no haya lesiones en el orgullo personal ni profesional de nadie y siempre ocurra que

se acepte un punto de vista diferente que pueda ser el adecuado; por otra parte la conducta en el laboratorio debe ser seria y profesional, las reglas deben cumplirse estrictamente en todo momento y por todos, en esto radica la diferencia entre trabajar con seguridad o arriegarse a sufrir un accidente de consecuencias imprevisibles, en caso de incumplimiento en las normas fijadas, fuese cual fuese la persona que lo haga no debe dudarse en aplicar medidas de castigo, a fin de que la necesaria disciplina no se escinda.

Siempre existe un medio seguro de efectuar las cosas, en el laboratorio esto implica conocer una metodología de seguridad, que comprenderá en primer punto saber con certeza lo que se va a hacer, no efectuar nada por cuenta propia si no se conocen sus posibles efectos, y la forma adecuada de corregir o tomar medidas de control en caso de algún evento inesperado, la mejor actitud que se puede observar en el trabajo de laboratorio es preguntarse ¿qué sucedería sí. . .? ANTES de realizar cualquier operación, el conocimiento de las diversas variables que intervienen en el proceso indicará los riesgos potenciales y las medidas a tomar.

—La conducta como antes se apuntó es muy importante; no caben aquí las actitudes chistosas o de juego, las bromas aún sean solo verbales se han de eliminar por completo, al igual que ellas la distracción a los compañeros que realizan alguna labor puede ocasionar una distracción momentánea que puede derivar en un accidente; evitando en uno mismo esta clase de actitudes se motivará a los demás a hacerlo. La disciplina implica también no realizar ninguna operación no autorizada por el asesor o responsable; si se desconocen los riesgos que puede entrañar el realizar alguna práctica fuera de calendario cuidar que un profesor vigile el desarrollo el experimento.

El mantenimiento de la disciplina y el reforzamiento de las reglas de seguridad, implica hondo sentido de responsabilidad tanto por quien enseña como por quien aprende, todos deben de ser entusiastas aplicadores de las

reglas de seguridad.

— Siempre se usará el equipo protector debido, aún si a alguien le causa incomodidad, puesto que con este se evita lesionar partes vitales del cuerpo, las mejores indicaciones de seguridad se vendrán abajo si el instructor o responsable no usa el mismo el equipo de seguridad; aquí es muy conveniente señalar que la mejor contribución a aceptar las disposiciones de seguridad es el ejemplo aceptándolas uno mismo y practicándolas todo el tiempo. El uso del equipo protector es un ejemplo notable, pese a incomodidades por calor, frío etc. el equipo protector debe usarse TODO EL TIEMPO de permanencia en el laboratorio, aún si no se labora en él, muchas personas han resultado lesionadas por circular en el laboratorio sin la debida protección, en el momento en que otra persona que realiza algún experimento comete alguna falla que ocasiona proyección de fragmentos o algo similar.

— La regla de oro aquí aplicable sería "trabajar siempre con los 5 sentidos alertas", cualquiera de ellos debe detectar las situaciones anormales de inmediato para tomar también de inmediato las medidas adecuadas, esto implica cosas muy diversas: enterarse del estado de los aparatos o material antes de trabajar con él, conocer la colocación de extinguidores, extractores, regaderas, lavabos etc., informarse con antelación de los riesgos que puede implicar una reacción, y conocer las medidas de control correctas; entre otras cosas, es bueno recordar que los mejores entusiastas de la seguridad son aquellos que han sufrido algún percance, y en cada uno radica el hecho de que no ocurra una situación así.

— Si se logra establecer lo importante que en la educación química es la seguridad se obtendrán siempre resultados muy satisfactorios y brillará el profesionalismo del químico, a este respecto conviene señalar como particularidad que -sobre todo en las mujeres- la conducta profesional estribará en no usar adornos complicados o peligrosos; collares, aretes, brazaletes, etc.

— La seguridad es una disciplina que se adquiere y refuerza con la práctica diaria y constante; es muy necesario desarrollar el concepto de la seguridad PREVENTIVA, evitar las cosas siempre será mejor que corregirlas, en caso de que ocurriese algún evento accidental también se requerirá saber que hacer correctamente, esta es la seguridad llamada CORRECTIVA, la protección de bienes y de lo más importante; el ser humano; demanda que se conozca y se practique la SEGURIDAD PREVENTIVA y la SEGURIDAD CORRECTIVA.

La seguridad debe inculcarse en todos, asistir a pláticas, seminarios discutir y mejorar las reglas existentes etc. en fin tener un programa continuado de actualización de las reglas de seguridad, y practicarlas en todo momento será el mejor incentivo para crear siempre un ambiente seguro.

1.2).- IMPLEMENTACION DE PROGRAMAS DE SEGURIDAD

La seguridad debe reforzarse siempre, en las prácticas escolares previa a cada una debe haber un seminario o plática introductoria donde se señalen los riesgos que implican, mejor aún será una sesión o sesiones previas al curso donde se puedan reproducir situaciones reales tales como: un incendio, proyección de partículas, algún caso de derrame etc. etc. a fin de que los alumnos aprendan como evitar riesgos y en caso de que ocurra un evento como actuar correctamente, es muy conveniente limitar los grupos a no más de 20-25 alumnos de modo que los ejemplos sean aprovechados por todos, el instructor debe mostrar interés en estos aspectos y motivar a sus alumnos, igualmente estará en posibilidad de contestar las posibles preguntas de aquellos; sería mucho más práctico operar sobre la base de cursos escritos específicamente para laboratorios químicos instruccionales, pero los que normalmente se imparten en diversos laboratorios industriales sirven bastante a propósito, si las actividades son diferentes, los principios son los mismos, a los cursos teóricos debe suceder una sesión de prácticas, es-

to es muy importante, puesto que en una situación de emergencia se requiere operar con prontitud un extinguidor, o regadera, cuyo correcto manejo sólo se aprenda con la práctica; a su vez los instructores deben hacer las sesiones amenas, ilustrativas e interesantes, recalcando los principios básicos e importantes, el diseño de prácticas de seguridad es muy variado depende del tipo de laboratorio, tiempo disponible, etc. pero en general se recomienda que en una primera sesión o sesiones se hable globalmente del tema y posteriormente se traten con más cuidado aspectos más particulares; es importantísimo señalar que los cursos no deben ser un monólogo del profesor, es necesaria la participación de todos y aporte de puntos de vista o sugerencias que incluso el sustentante podría pasar por alto; resulta obvio que todo esto se complementará con una abundante bibliografía sobre el tema, que se recomienda mucho se distribuya entre los alumnos en forma impresa.

Si la naturaleza del trabajo es muy peligrosa, en determinado laboratorio se debería contar con la ayuda para impartir lineamientos de seguridad, con la ayuda de médicos, enfermeras ingenieros en seguridad etc. La implementación de programas de seguridad debe ser parte integral de los cursos impartidos en un laboratorio.

Loperfido (9) afirma que durante la construcción o ampliación de algún laboratorio se debería impartir un curso sobre seguridad, ya que es el mejor momento para hacerlo; anexo al curso se determinará la elaboración de un reglamento de seguridad con instrucciones claras y precisas sobre todo lo que hay que hacer y verificar antes de realizar alguna práctica, así como conocer la disposición de todos los mecanismos de seguridad que en caso de un evento hay que usar de inmediato, y lo más importante respecto al último punto; que hacer correctamente en caso de accidente.

Los temas a tratar son muchos pero básicamente comprenderán: disolventes orgánicos y/o líquidos inflamables, riesgos por explosión, protección

contra heridas y lesiones, manejo de aparatos e instalaciones, prevención de intoxicaciones o envenenamientos, primeros auxilios, y reglas básicas de seguridad; entre otros temas; tal enfoque tendrá por objeto proteger previniendo el bien más preciado: la integridad del cuerpo humano.

1.3).-

PREVENCION DE HERIDAS

La mayoría de las lesiones ocasionadas en el laboratorio se deben al inadecuado manejo del equipo de vidrio o por explosiones, las heridas de cualquier magnitud más comunes de diversa índole y variadas causas casi siempre por ruptura de material de vidrio, por ejemplo los vasos Dewar siempre deben estar protegidos por cinta de aislar para prevenir que estallen en caso de una disminución de la presión interior, la tubería o conexiones con vidrio no deben construirse en las horas de práctica, pero donde quiera que se hagan hay que usar guantes protectores y trabajar con la cara protegida, en ocasiones es mejor usar tubería de plástico (por ejemplo polipropileno), si es adecuada para esa práctica, también al removerla hay que tener mucho cuidado sobre todo con la cara, no ejercer una fuerza excesiva para tirar de un tubo que no puede salir de un matraz, mejor girar muchas veces y retirarlo con suavidad, este cuidado debe extremarse si hay bastante dificultad para sacar el tubo y si algún extremo está roto, una solución práctica es introducir un sacacorchos y forzar entre el vidrio y el tapón, así se rompe la unión vidrio-hule y puede deslizarse aquel con más facilidad, con este método incluso se logran sacar piezas rotas de vidrio, evitándose heridas o cortadas.

En el almacén la tubería de vidrio debe almacenarse sin que se proyecte fuera de los anaqueles, debería colocarse a manera de columna lejos del tránsito, el material de vidrio debe manejarse con cuidado, si se camina con él en las manos, no mover demasiado los brazos para no rasparlo en

la pared o puertas etc, sostenerlo firmemente cualquier material que esté roto o agrietado desecharlo de inmediato, al lavarlo sostenerlo para que no se resbale especialmente con el jabón, al colocarlo o almacenarlo apilarlo de manera estable y lejos del tránsito de personas.

— INSERCIÓN DE TUBO DE VIDRIO

Al insertar un tubo de vidrio hay que proteger las manos con guantes y la cara con goggles al menos, pero preferiblemente con una careta, el tubo debe humedecerse ligeramente antes de insertarlo en la horadación correspondiente, si se fuerza mucho y no logra entrar es preferible hacer una horadación del número siguiente, el extremo insertado no debe tener picos ni irregularidades, la operatoria requiere que con una mano se sostenga el tubo y con la otra el matraz o sitio donde se vaya a insertar manteniendo ambos en la misma línea, al entrar no forzar con vigor como igualmente empujar con suavidad, dando giros suaves, estos pasos se deberán seguir para insertar termómetros o colas de embudo, se puede usar algún lubricante que facilite la operación.

— PREVENCIÓN DE CAIDAS Y RESBALONES

Pueden ocurrir cuando algo resbaloso se deja caer al piso, el caso más común es el aceite para los baños térmicos, aun el agua puede constituir un riesgo apreciable, para evitar esto nunca arrojar nada al piso, si por error sucede, la zona se debe limpiar de inmediato, tampoco habrá en el suelo objetos estorbosos; por ejemplo, batas tiradas, objetos menudos, pedazos de vidrio nada que contribuya a hacer caer a alguien.

— TRANSPORTE DE RECIPIENTES

Los objetos voluminosos o pesados hay que moverlos entre 2 o más personas con cuidado y observando bien el camino que se ha de recorrer

los brazos se deben emplear a bajo nivel y sostener firmemente los pies, los recipientes que tengan de donde asirse han de sujetarse con firmeza, si se dispone de un carrito o "diablo" para transportar algo es mucho mejor, esto es la regla a seguir siempre que se transporten cilindros de gas, los cuales aparte tienen que sujetarse bien al carrito con correas o cadenas, cualquier objeto u objetos que se transporten demanda que no se tense ninguna parte del cuerpo innecesariamente.

1.4).- PROTECCION PARA LOS OJOS

En todo laboratorio químico existe el riesgo inminente de entrada de alguna materia extraña en el ojo, alguna substancia, un objeto proyectado, aun chispas o destellos intensos; las proyecciones de substancias son los peligros más comunes para los ojos, en cualquier laboratorio químico durante las sesiones de trabajo o al permanecer en áreas de labor, SIEMPRE EN TODO MOMENTO, se han de usar lentes protectores, goggles, o una careta, el asesor debe exigirlos en sus alumnos, aun los que por algun motivo imprescindible penetren en el área de prácticas deberán protegerse los ojos, el que el propio asesor siempre porte protección para sus ojos es un buen incentivo para que todos usen lentes de seguridad.

Durante las operaciones de trabajo con vidrio también deben usarse con carácter de obligatorio dispositivos protectores para los ojos, incluso si se trabaja con sopletes que producen destellos incandescente. deberían usarse lentes oscuros, en las operaciones con luz U.V. o con arco eléctrico hay que usar siempre la protección adecuada, Dependiendo del tipo de riesgo será la protección a usar; para algunos casos no solo se requerirán lentes sino el uso de una careta, hay algunas reglamentaciones sobre el tipo de protección que debe usarse en cierta actividad, así como sobre los procedimientos de desinfección, pero de cualquier modo los lentes protectores deben tener armazones.

sólidos y resistentes, el espesor de los lentes será entre 3 y 3,8 mm., los que sean de plástico flexible de no menos de 1,3 mm. de espesor, deben tener protección lateral, todos los lentes deben resistir la prueba del impacto de una esfera de acero de 2,54 mm. de diámetro y 68 gramos de peso, lanzada a cierta velocidad, la aceptación del equipo a esta prueba debe indicarlo el fabricante, la transparencia y comodidad al portarlos no deben interferir el trabajo normal; además es importante el hecho de que sean resistentes al ataque por sustancias químicas; para las reacciones menos peligrosas es adecuado el uso de gógles, ya que estos también tienen protección lateral, la cual se requiere para protección en caso de salpicaduras o proyecciones, si hay riesgos poco usuales entonces se recomienda el uso de gogles especiales que existen además con malla de ventilación para mayor confort en caso de trabajo prolongado, en la figura (1) se muestra el esquema de unos gogles, su uso debe ser en TODO TIEMPO durante la permanencia en el laboratorio.

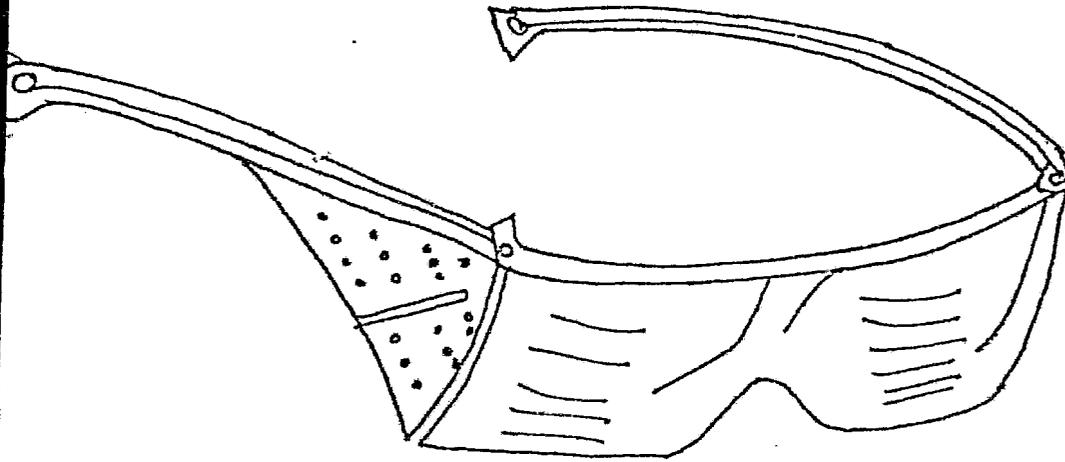
— CARETAS

Son especialmente recomendables para las operaciones riesgosas en que el riesgo de explosión es muy alto, así como la salpicadura de líquidos o sustancias corrosivas o dañinas, que sin lesionar los ojos puede causar daños graves al resto de la cara, por ejemplo en operaciones de manejo de metales corrosivos, sustancias sensibles a la fricción, que ardan en el aire, etc., igualmente donde exista el riesgo de ruptura violenta de material de vidrio.

— PROTECCION CONTRA LUZ ULTRA-VIOLETA

Las lesiones a la retina por la luz u.v. son muy graves, pueden dañarla permanentemente, por ello se han de usar lentes protectores para luz u.v. que poseen un filtro especial para evitar el paso de esta radiación a la re-

FIGURA 1



GOGLES

...tina, siempre bien fuese unos segundos, que se use radiación ultra-violeta _
deben usarse lentes protectores.

Los lentes y material de las caretas deben ser de policarbonato, por _
regla general este material es resistente al ataque químico, transparente y _
muy resistente al impacto.

Pantallas protectoras, lentes adecuados al tipo de labor a realizar, _
todo ello debe incluirse siempre en el equipo protector, y sería preferible _
que el propio laboratorio los suministrase; sobre todo las pantallas.

1.5).- PROTECCION PARA LA CARA

La protección para la cara involucra fundamentalmente los ojos, pero en
forma integral comprende el área del cuello y la cabeza, ya se ha visto sobre
la protección a los ojos en páginas anteriores, aquí se añadirá que una reac-
ción que involucre riesgo inminente de explosión se hará siempre protegidos _
por una pantalla; esta es la mejor protección para la cara, tal pantalla se-
rá de material muy resistente al impacto (policarbonato, acrílico co-polime-
rizado) etc., perfectamente transparente, práctico para manipular y que no _
sólo ofrezca protección a quien realiza la operación, sino a los demás.

Las pantallas deben ser parte del equipo integrante de un laboratorio _
y deben existir en varios grosores y tamaños, las pantallas curvadas ofrecen _
mayores ventajas que las planas, pues incluso se protege parte de los brazos
deben tener además unos 8-10 cm. sobre el borde de la cabeza del operador, es
indispensable que se usen en un área apartada del laboratorio, donde no exis-
ta riesgo de proyecciones para los demás, si se han deteriorado mucho, deben _
desecharse; de su buen estado depende la protección de quien la usa.

Las caretas deben usarse donde existe riesgo de explosión no muy vio-
lenta y han de proteger el pelo y el cuello, para operaciones con vidrio (so-
plado etc.), son muy adecuadas así como para agitaciones de soluciones, don-

de exista el riesgo de salpicaduras y otras operaciones similares.

1.6).- PROTECCION PARA LAS MANOS

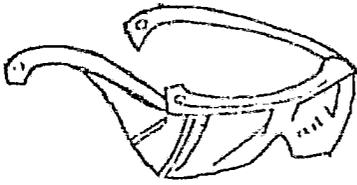
Básicamente la protección para las manos consistirá en el uso de guantes adecuados, dada la dificultad de maniobrar con guantes todo el tiempo, no es posible usarlos todo el tiempo, pero en las operaciones que involucren riesgos de derrames de ácidos, bases, substancia tóxicas etc, que pueden afectar las manos es necesario usarlos, para manejar ácidos concentrados se deben usar guantes de hule, el manejo de recipientes calientes o muy fríos requerirá en forma indispensable el uso de guantes gruesos pero flexibles (del tipo industrial), asimismo si se van a transportar objetos con bordes filosos o muy irregulares es conveniente usar guantes apropiados, para el manejo de recipientes muy fríos o calientes existen guantes con aislante térmico, que proporcionan a la vez maniobrabilidad.

1.7).- PROTECCION TOTAL AL CUERPO

Comprenderá una combinación de todo lo anterior, para los riesgos de explosión la protección comprenderá: careta resistente al impacto, un delantal o escudo protector del tórax, brazos protegidos por brazales de material flexible y resistente, guantes adecuados; el delantal o escudo más conveniente es el manufacturado en forma de capas: una capa de 3/16 de pulgada de policarbonato, 8 capas de nylon llamado "balístico", y una capa final de policarbonato del mismo espesor, con esto se asegura una fuerte protección aun en caso de explosión violenta; en el laboratorio normalmente la protección integral comprende: careta, guantes, y delantal protector, si se manejan líquidos criogénicos se hará necesario además usar botas y protección adicional para manos y brazos.

En la figura 2 se muestran los aditamentos necesarios para protección integral.

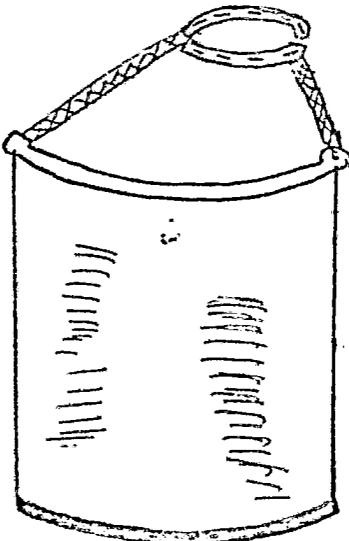
FIGURA 2



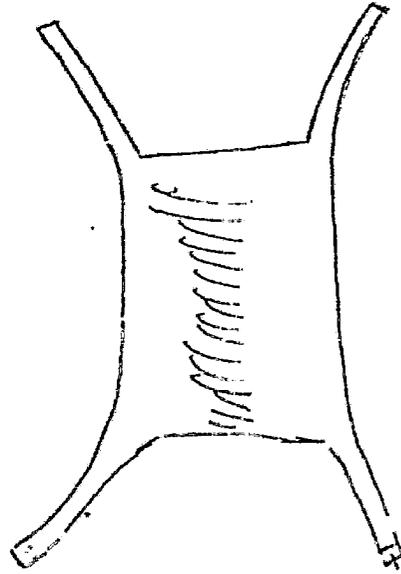
GOGLES



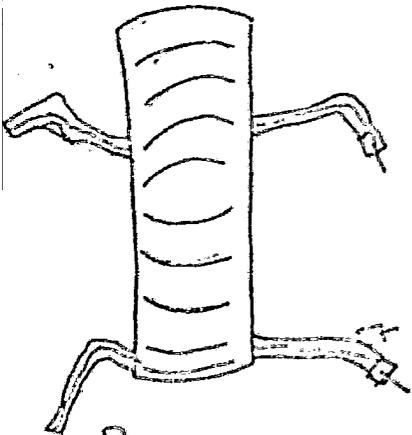
GUANTES PROTECTORES



CARETA DE POLICARBONATO



DELANTAL PROTECTOR



RODILLO - PERNERA

1.91.- DERRAME DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

Muy necesario saber como actuar en caso del derrame de alguna sustancia en el laboratorio, muchas sustancias de uso común pueden derramarse y constituir un gran riesgo; disolventes, sustancias tóxicas, etc.

Se debe tener en el laboratorio un procedimiento standard para que se actúe adecuadamente en un caso así, en caso de un evento de derrame es necesario actuar con rapidez, y teniendo conocimiento del procedimiento correcto. Muchas compañías ofrecen una amplia gama de productos destinados a usarse en algún tipo de derrame, la gran variedad de sustancias, demandará gran variedad de procedimientos, con las listas de proveedores se puede averiguar que productos ofrecen para esto; pero indudablemente el primer paso en caso de derrame es averiguar de inmediato que es lo que se derramó, una rápida y adecuada identificación es esencial, se hace necesario conocer que clase de sustancias o materiales pueden neutralizar un derrame, para de inmediato tomar la acción apropiada, así se analizarán brevemente los derrames más comunes y la forma de neutralizarlos.

Después del primer paso que es la identificación, hay que dirigirse de inmediato a donde está los elementos necesarios para neutralizarlo, en forma de tabla se comprenderán mejor:

- a).- identificar positivamente la sustancia o sustancias derramadas;
- b).- conocer con certeza el procedimiento de neutralización;
- c).- forma adecuada técnica ante de arrojar o neutralizar se sobre la sustancia derramada;
- d).- limpieza o remoción de la zona resultante, asegurando de retirarla totalmente del área donde se originó;
- e).- eliminación de los desechos resultantes en forma técnica ante correcta, involucrando dos puntos importantes: no causar daños ni molestias y no

causar contaminación ambiental. En forma sucinta se describirán a continuación los procedimientos razonables a seguir en derrames específicos.

— DERRAME DE DISOLVENTES

Muy peligrosos especialmente si son volátiles; el método más recomendable es cubrir el área con arcilla fina o bentonita, para embeber muy bien el disolvente y evitar su evaporación, esto es también muy cómodo al retirar los desechos, en caso extremo podría usarse también azúcar, algunas compañías ofrecen neutralizantes efectivos para gamas de disolventes.

— DERRAME DE ACIDOS

Para neutralizarlos una vez derramados obviamente se va a emplear una substancia alcalina, el método más adecuado para los derrames de substancias comunes en el laboratorio de naturaleza ácida es cubrir el área con polvo de bicarbonato de sodio o mejor aún hidróxido de magnesio, es preferible usarlos en forma de polvo fino, las soluciones al 10 % de NaHCO_3 y de Na_2CO_3 son también muy adecuadas, y se les encuentra fácilmente por ser reactivos comunes, se ha encontrado que para los ácidos orgánicos el neutralizante más efectivo es el bicarbonato de sodio pulverizado.

— DERRAMES DE ALCALIS

Como en el caso anterior hay que neutralizarlos con un agente químicamente opuesto: un ácido, dado que es más difícil encontrar ácidos en forma de polvo, se usan soluciones para neutralizar, para casi todos los álcalis es muy conveniente el empleo de ácido acético al 10 %, para los álcalis inorgánicos resulta muy conveniente emplear diluciones al 10 % de H_2SO_4 .

— DERRAMES DE SUBSTANCIAS VENENOSAS

Debido a su gran variedad no hay neutralizantes genéricos pero en ge-

neral pueden neutralizarse empleando algún agente acomplejante, entre los más usados están los quelatos, y entre ellos los cromo-cobaltatos y ciano-ferratos en los cuales el hierro funciona como Fe (III), estos agentes son muy empleados sobre todo en caso de derrames de cianuros y compuestos tóxicos de mercurio, aquí es muy importante actuar con extrema rapidez.

— ELIMINACION DE DESECHOS

El método más usado es cubrir el derrame con un neutralizante en forma de polvo, originándose una masa pastosa que es necesario eliminar, la forma más recomendable es colocar esta masa en una bolsa de plástico grueso, siendo el más adecuado el polietileno de baja densidad, cerrar este envoltorio cuidando que el cierre sea hermético y seguro, en otras ocasiones se requerirá el uso de contenedores de metal o algún otro material, lo ideal es arrojarlo a la basura debidamente marcado, no intentar incinerarlo o comprimirlo.

Para realizar la operación de recogida y desecho, se debe contar con los implementos necesarios: palas, recogedores, guantes, recipientes para colocar la masa desechada etc.

— DERRAME DE MERCURIO

Muy característico es el derrame de mercurio, común por su uso tan extendido en el laboratorio, y peligroso por lo tóxico que es a largo plazo.

Una forma práctica de eliminar la mayor parte del Hg derramado es el empleo del vacío, espolvoreando posteriormente con azufre o algún compuesto azufrado para amalgamarlo. Anderson (10), recomienda el que a continuación se describe y es muy práctico, utiliza materiales asequibles, consiste en lo siguiente: se usa una mezcla de 1:1 en peso de aserrín y polvo de zinc, espolvoreándola en el área que previamente se ha bloqueado, la parte voluminosa del metal derramado se absorbe por el vacío o se remueve mecánicamente, se esti-

ma mentalmente el peso del mercurio que aun permanece derramado y se agrega a la mezcla de aserrín-zinc recientemente preparada en una proporción de 1 parte de Hg. por 20 de la mezcla antes descrita, esta se espolvorea sobre el Hg. y zonas adyacentes mezclando íntimamente los componentes con una escobilla, y se permite que permanezcan en contacto por unos 30-60 min, entonces se remueve la mezcla del área afectada, barriendo muy bien hasta que no haya restos de la masa, el contenido se echa en una bolsa de plástico apropiadamente marcada, que es muy conveniente colocarla en otra bolsa de plástico transparente, los utensilios empleados se guardan muy bien en bolsas o recipientes apropiados.

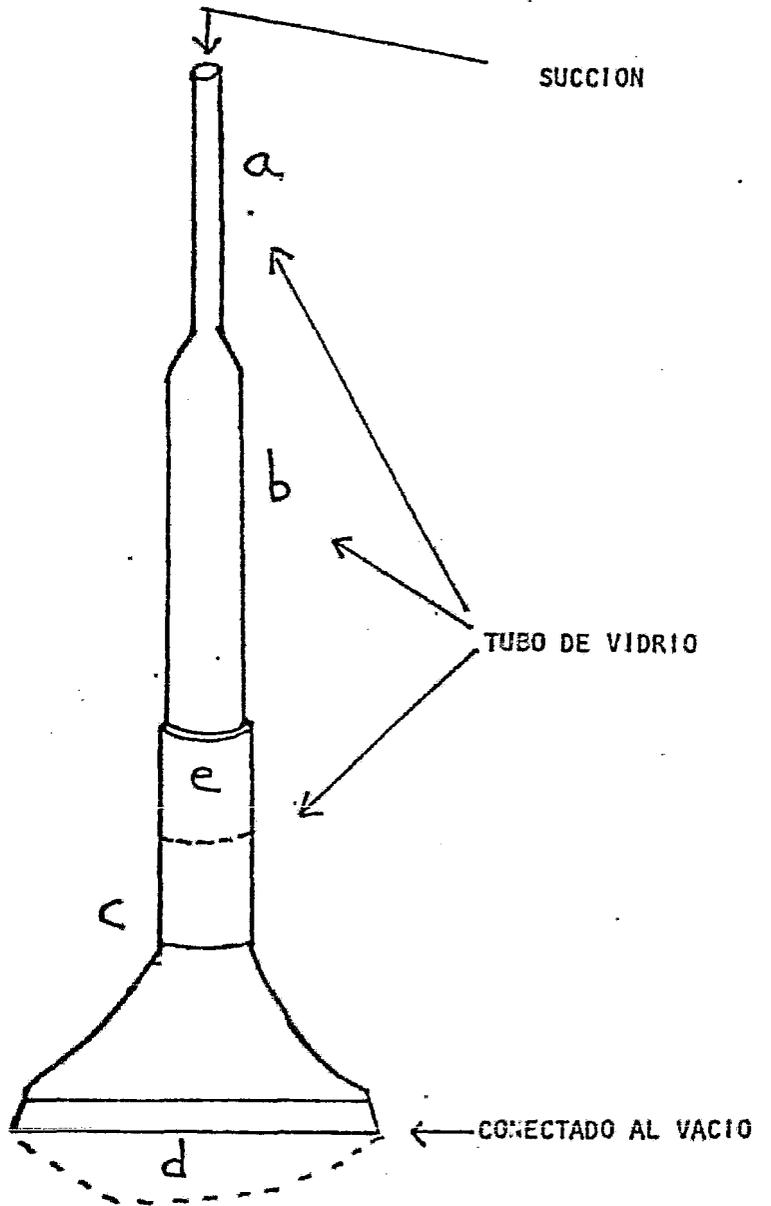
Este método es muy útil por varias razones; los materiales son muy fáciles de encontrar en un laboratorio, el polvo de zinc amalgama tanto el líquido como los vapores, abatiendo drásticamente la toxicidad, el aserrín asegura el transporte fácil de los desechos, además el polvo asegura no dejar Hg libre en rendijas o sitios apartados.

En caso de derrame de Hg el empleo del método anterior asegura que se descontamine con bastante efectividad aun las áreas mas alejadas, con esto se asegura que la toxicidad sea inferior a 1×10^{-4} gramos/metro cúbico, límite máximo permitido para la salud. El empleo de medios mecánicos solo remueve las partículas de mayor tamaño, pero las gotas menudas que constituyen un grave riesgo a la salud solo se pueden remover por algun método químico, también algunas compañías ofrecen productos para neutralizar los efectos tóxicos de los derrames de mercurio (11).

Para recuperar mercurio derramado empleando vacío Newnan (12) ha diseñado un aparato muy sencillo, elaborado con material comun de vidrio, se muestra en la figura (3) Las partes de vidrio y metal tienen que unirse bien, a la parte (b) se le coloca el selector de paso de gas de un mechero (e) usando-se un pedazo de manguera de plástico de diámetro adecuado como lo muestra (c).

FIGURA 3

APARATO PARA RECOGER MERCURIO DERRAMADO



de cualquier modo al recoger por algún medio mecánico el mercurio derramado, la operación debe ser muy cuidadosa para no fraccionar más el metal.

1.9).- PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR CORRIENTE ELÉCTRICA.

Como casi todos los accidentes, los ocasionados por corriente eléctrica son muy peligrosos pueden causar la muerte incluso en menos de 1 minuto, o causar quemaduras internas muy graves; los efectos letales de la corriente eléctrica son muy graves, la corriente doméstica de 110 volts puede causar parálisis respiratoria o del corazón, y aun cuando la corriente cese de fluir por el cuerpo la parálisis puede permanecer, las corrientes de alta tensión pueden causar quemaduras gravísimas.

Para evitar tan fatales riesgos se exponen a continuación algunos lineamientos para trabajar con seguridad con el equipo eléctrico.

Antes que nada cualquier anomalía que se detecte con el equipo eléctrico debe reportarse de inmediato JAMAS HACER REPARACIONES UNO MISMO, un zumbido no debe pasarse por alto, los fusibles nunca deben cambiarse por uno de mayor capacidad, es muy conveniente aun para evitar caídas o tropezones mantener un mínimo de extensiones y de la menor longitud posible, todos los cables y alambres deben estar perfectamente aislados, así como los alambres que componen el cable que sean del voltage adecuado; toda operación sobre dispositivos o aparatos eléctricos deberá hacerse con las manos perfectamente secas, y con LA CORRIENTE SUSPENDIDA.

En la operación con equipos portátiles el cordón de la extensión ha de estar desconectado cuando no se usen, cuidando que nadie los conecte si es que no se va a trabajar con ellos, si el trabajo ha cesado en el laboratorio terminando la jornada, el switch principal debe desconectarse, y permanecer asegurado con un candado, prohibiéndose expresamente que cualquier persona lo opere sin autorización, los controles de corto circuito deben funcionar a

la perfección y revisarse periódicamente.

Cuando sea necesario trabajar con equipo energizado, se debe poseer el conocimiento necesario para manipular los aparatos y además NUNCA trabajar una sola persona, es necesario remarcar que al usar herramientas para efectuar cualquier reparación, estas han de estar equipadas con mangos aislantes, y asimismo trabajar con guantes aislantes; por otra parte una buena medida de seguridad es suponer que todo aparato eléctrico está energizado, así como NUNCA operar los aparatos que otras personas hallan montado o dispuesto, menos aun operar algun control eléctrico ya que pudiera ponerse en peligro la vida de otras personas.

Una vez que se empezó a operar algun equipo eléctrico, hay que avisar a otras personas que trabajen también con aquél, comunicando que el interruptor está activado, procurando además no interrumpir la corriente eléctrica.

El responsable del laboratorio o del experimento ha de indicar y exigir --especialmente a las mujeres-- la prohibición absoluta de portar collares, pendientes, pulseras o el cabello suelto, confinando este último con una red o mascarada. De la mayor importancia es necesario aclarar que JAMAS y POR NINGUN MOTIVO se ha de operar equipo eléctrico con las manos húmedas, no sólo pensando en el agua, sino aún en un mejor conductor: el sudor; en efecto la transpiración por su alto contenido de electrolitos constituye un excelente conductor, por lo que se tendrá cuidado extremo en evitar las manos húmedas de sudor, obviamente nunca trabajar en pisos húmedos.

Los equipos de alto voltaje deben tener un aislamiento perfecto y colocarse sobre pisos aislado con hule, y previamente el instructor indicará si tal equipo está en condiciones de usarse, los circuitos de poder han de estar debidamente marcados y protegidos, las tomas de corriente (de cualquier voltaje) también claramente marcadas, y exigir que se respeten las disposiciones que tales indicaciones aclaran, un gran número de accidentes debidos a la corriente eléctrica se tornan graves por un hecho que parece trivial; aquí se señalará

como extremadamente importante que al usar las manos para averiguar alguna cosa que no involucre riesgo inminente, tal como saber si una superficie está sobrecalentada, NUNCA USAR LA PALMA DE LA MANO, se deberá usar siempre el dorso por la razón de que la corriente eléctrica tiende a producir contracción de los músculos, si algo se toca con las palmas y en ese momento fluye la corriente, la mano tenderá a cerrarse sobre el objeto, y si no se zafa a tiempo puede resultar fatal.

Como brevemente se indicó antes, nunca se debe trabajar solo con equipo eléctrico, deberá haber cuando menos dos personas próximas y comunicadas entre sí, este punto no debe pasarse por alto. Los equipos pueden almacenar electricidad estática, de modo que al tocarlos puede resultar una descarga muy molesta y pudiera resultar peligrosa, por ello evitar, aislando adecuadamente que la electricidad estática se acumule, ya que además es una peligrosa fuente de ignición para vapores inflamables. Por último se indicará el respeto absoluto a las indicaciones que da el fabricante para la operación de su equipo.

1.10).- CONTROL DE REACCIONES

Al hacer una reacción es muy importante controlarla a fin de que trascorra sin representar un riesgo de cualquier clase o magnitud, cuando se fuera a correr una reacción desconocida, siempre deberá hacerse en pequeña escala, observando los parámetros involucrados, a continuación se desglosan algunos de éstos y su forma de prevención y control.

— Temperatura.- Casi en cualquier reacción es necesario abatir la temperatura (enfriar); esto es necesario para evitar que la reacción salga de control, para saber en todo momento la temperatura es necesario contar con algún medio o instrumento que la mida, los dispositivos más conocidos son los

termómetros; los hay de varias clases, dependiendo del tipo de reacción y de substancia, pero además también es necesario contar con un medio adecuado para enfriar si la temperatura se excede del límite de seguridad, el dispositivo además tiene que ser móvil y práctico a fin de manipular sin perder tiempo. En las destilaciones el agua refrigerante debe correr todo el tiempo sin interrupción a fin de mantenerse en márgenes de seguridad.

—— Velocidad de Reacción.- Variable también muy importante, se controla agregando los reactivos de forma que no se adicione más rápido de lo que se consume, en reacciones muy exotérmicas puede suceder que el proceso se lleve a cabo con tanta rapidez que la reacción se torne incontrolable, en estas reacciones no se debe calentar hasta que el proceso tome su curso normal.

En los procesos exotérmicos a bajas temperaturas la reacción procede con lentitud, y si se agrega reactivo continuamente dado que este no se consume, se irá acumulando peligrosamente, y cuando la temperatura se eleve la reacción procederá tan rápidamente que podría ser incontrolable; en las reacciones en que se involucra un radical, es necesario eliminar el inhibidor con una velocidad razonable a fin de que el proceso no salga de control.

Si una reacción ha de dejarse toda la noche, los servicios tienen que chequearse con todo cuidado, el abasto de agua funcionar perfectamente, la velocidad de agitación ser la adecuada así como la de adición de reactivos, y sobre todo si es necesario elevar la temperatura, dejar funcionando perfectamente el equipo eléctrico, la tubería y conexiones en perfectas condiciones; es recomendable que la fase crítica de la reacción (período exotérmico), transcurra cuando el personal se encuentra aún en el laboratorio, como la presión del agua puede variar causando serias dificultades el dispositivo ha de proveerse de un regulador de presión, a fin de asegurar que el equipo no se dañe y la refrigeración sea la adecuada; dado que la corriente eléctrica también puede sufrir variacio-

nes que inciden en daño al equipo o alteración de la trayectoria de reacción de modo que también se contarán con reguladores de voltaje, en las destilaciones es muy importante el funcionamiento uniforme de la corriente eléctrica, a fin de evitar sobrecalentamientos. Para los fines normales de laboratorio un regulador de hasta 2000 watts es más que suficiente, si la reacción toma varios días con mayor razón todo el equipo estará en perfectas condiciones, y será imprescindible contar con reguladores de agua y de voltaje, incluso un dispositivo de control por si hay una falla grave.

Pero el mejor control para una reacción es el conocerla, el químico como profesional responsable debe conocer la naturaleza de la reacción y los parámetros a controlar, y la forma de armonizar todo esto con el equipo disponible a fin de que todo el proceso ocurra dentro de los límites del control.

Para conocer que reacciones pueden implicar riesgos es importantísimo el consultar la literatura al respecto, a fin de tener toda la información disponible sobre esa reacción y sus posibles riesgos; la información ha de procurarse con la consulta de índices o resúmenes (tal como Chemical Abstracts, Index of Organic Reactions etc.), o libros que al respecto se hayan publicado.

1.11).- RIESGO CON EQUIPOS E INSTRUMENTOS

Muchos accidentes se deben a la operación incorrecta de equipos o instrumentos, ya se han indicado lineamientos básicos para operar equipo eléctrico sin riesgos, así como equipo de alta presión (Capítulo Explosión), en este sitio se indicará únicamente el manejo general, la operación específica de algún equipo o instrumental la dará a conocer el asesor, que ayudado por el manual de instrucciones del fabricante, indicará como manipular los dispositivos sin riesgos; la protección básica consistirá en no permitir que el personal sufra daños por corriente eléctrica, estallido de equipos, partes de dispositivos en movimiento, salidas de vapores o gases molestos o tóxicos, quemaduras, daños

al oído o la vista etc. Los equipos más usados en el laboratorio y que pueden involucrar riesgos son: equipos de calentamiento, equipos electrónicos, equipos eléctricos, equipos de altas o bajas presiones; se analizan brevemente cada uno de ellos indicando su operación más segura.

— EQUIPO DE CALENTAMIENTO

Para manipular muestras dentro de ellos siempre hay que usar guantes de asbesto, en el caso de estufas, muflas etc. mejor aún ayudarse con pinzas o dispositivos similares, las canastas eléctricas deben operarse con el control de voltaje adecuado, y no manejarse con las manos húmedas, ni trabajar con ellas si tienen conexiones defectuosas. Otras medidas a comprobar son:

- a).- paneles de protección contra explosión, o dispositivos de seguridad a fin de que si el calentamiento excede la temperatura permisible, el equipo cese de funcionar de inmediato, desfogándose presión.
- b).- dispositivos para eliminar gases o vapores que pudieran ser explosivos.
- c).- controles bien marcados en unidades definidas (grados °C, °F etc.)
- d).- controles termostáticos en excelente estado.
- e).- dobles controles si los equipos se usan con sustancias peligrosas.
- f).- contactores a prueba de explosión, en general controles para equipo que se va a usar en atmósferas explosivas
- g).- reguladores de voltaje (preferiblemente de 220v), en buenas condiciones
- h).- tomas de tierra para todo equipo o instrumental conductor.
- i).- termostatos sellados para prevenir ignición si se usan disolventes inflamables (tipo a prueba de explosión)
- j).- todo el cableado de placas calentadoras perfectamente aislado.
- k).- TODO EL EQUIPO de calentamiento provisto de termostatos.
- l).- no almacenar material caliente en gavetas o sitios cerrados
- j).- todo aparato ha de contar con luz roja indicadora de que está encendido

para no abandonar jamás el laboratorio dejando algún aparato encendido

— EQUIPO ELECTRONICO

para su segura operación se recomienda el seguir estos pasos generales:

- a).- seleccionar el equipo adecuado para las operaciones a realizar
- b).- operarlo exactamente como lo indica el fabricante
- c).- no exceder sus límites de operación
- d).- contar con reguladores de voltaje, para evitar sobre-tensiones.
- e).- los indicadores deben funcionar a la perfección, señalando cualquier anomalía y desconectándose si algo falla.

1.12).- SEGURIDAD CRIOGENICA

La criogenia trata con las temperaturas inferiores a -73.3°C , que en muchos laboratorios se alcanzan con facilidad, los líquidos criogénicos poseen unas características particulares que tienen relación con la seguridad de su manejo, existen 4 áreas de peligro relacionadas con fluidos criogénicos: flamabilidad, alta presión de gases, resistencia de materiales y daños personales.

Los materiales criogénicos pueden condensar oxígeno en su superficie, lo que les confiere riesgo de flamabilidad o explosión en casos de combustibles ordinarios, baste decir que algunos materiales tan incombustibles como el acero al carbón pueden arder a temperaturas criogénicas al condensarse oxígeno en su superficie.

— Presión de Gases.- La alta presión de los gases originados por evaporación de líquidos criogénicos debido a su alto volumen de expansión puede significar riesgo inminente de explosión; es por ello que al manejarlos se han de usar recipientes muy resistentes con un margen de capacidad suficien-

te para el líquido que ya se gasificó, para el manejo de líquidos criogénicos necesariamente se deben emplear los materiales que resistan esas bajas temperaturas sin sufrir daños estructurales o perder resistencia; son adecuados a esto: los aceros austeníticos, cobre, latón, bronce, aleación monel y aluminio, entre los no-metálicos existen: dacrón, teflón, asbesto con teflón, Kel-F (m.r.) mylar y nylon. Fuera de ellos hay otros materiales que se pueden emplear pero su costo los hace prohibitivos para fines de laboratorio, los anteriormente mencionados son excelentes para manipular líquidos criogénicos, por otra parte el equipo debe estar en perfectas condiciones, tanto para evitar que el contenido escape al exterior como para no crear situaciones riesgosas, es muy importante señalar que todas las operaciones con líquidos criogénicos se deben realizar bajo la supervisión de algún profesor o asesor.

—— Riesgos Personales.- El entrar en contacto con materiales extremadamente fríos, aunque sea por un breve lapso, puede ocasionar lesiones de muy seria consideración; por ejemplo quemaduras térmicas muy severas, un contacto prolongado puede causar que los miembros se tornen quebradizos y puedan PERDERSE PERMANENTEMENTE, los ojos son vulnerables en extremo a esto por lo cual se protegerán con cuidado extremo, además es también grave el riesgo de asfixia debido al desplazamiento del aire respirable por los gases en expansión; de lo anterior se infiere que se debe trabajar en un sitio con excelente ventilación.

—— MEDIDAS DE PREVENCIÓN.- El personal que maneja criogénicos debe estar entrenado en los procedimientos a trabajar con altos márgenes de seguridad, y en caso dado que medidas correctivas deben aplicarse.

El equipo y sistemas tienen que estar **ESCRUPULOSAMENTE LIMPIOS**, esto es de la mayor importancia pues la más mínima impureza puede originar un daño muy grave, esto es importantísimo cuando se trabaja con oxígeno líquido, antes de principiar el trabajo certificar que todo se encuentra en el mayor estado

de limpieza, las mezclas de gases o fluidos líquidos se han de controlar y dosificar con todo cuidado a fin de evitar explosiones, como primera medida para evitar esto, más correctamente para prevenir esto, evitar el contacto de una substancia oxidante con una reductora o viceversa, cualquier substancia que sea considerada combustible, evitar su contacto con el fluido criogénico; asimismo evitar fuentes de ignición cercanas.

La protección personal comprenderá en primer lugar la cara, es absolutamente imprescindible el uso de goggles protectores y de careta, pero también es muy necesario proteger manos, brazos, cuello, (la cabeza en su totalidad), piernas y pies, usar una bata larga y gruesa, y protección en los zapatos, es conveniente el uso de botas de goma al efecto, al igual que la cara las manos han de protegerse completamente hasta la muñeca con guantes especiales, pues una salpicadura puede causar una profunda quemadura; en la figura (4) se esquematiza el equipo necesario para trabajar con seguridad con líquidos criogénicos, en todo caso las quemaduras de este tipo se han de tratar como si fueran quemaduras térmicas.

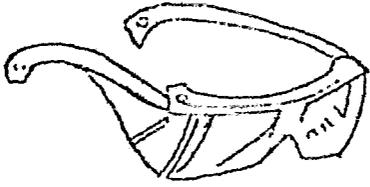
1.13).- LIMPIEZA DE MATERIAL DE VIDRIO

También requiere de medidas precautorias a fin de evitar heridas que si bien no serán casi nunca graves si son molestas y de cualquier modo atentan contra la filosofía de seguridad que ha de observarse en todo momento en el laboratorio.

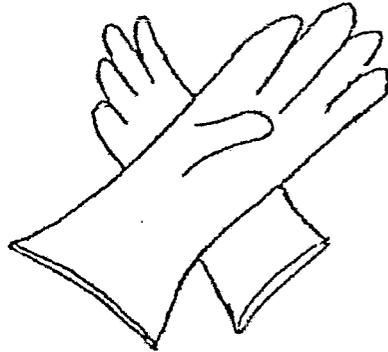
Dado que también se usan ácidos o álcalis para limpiar el material existe el riesgo de quemadura química que si puede ser de mayores consecuencias, es por todo ello que se expone una lista muy bien elaborada de los pasos a seguir para lavar el material de vidrio sin riesgos de heridas ni quemadas. (7)

En general para efectuar esta rutinaria operación sin mayor riesgo se

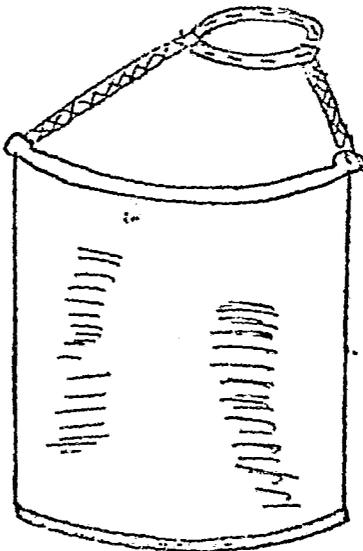
FIGURA 4



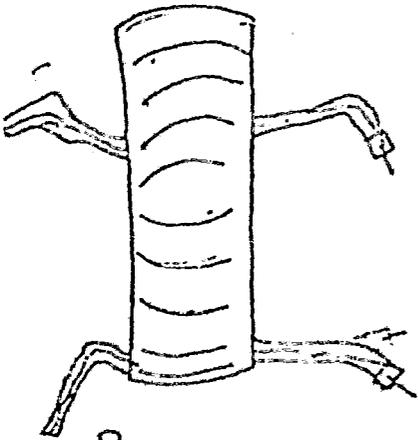
GOGLES



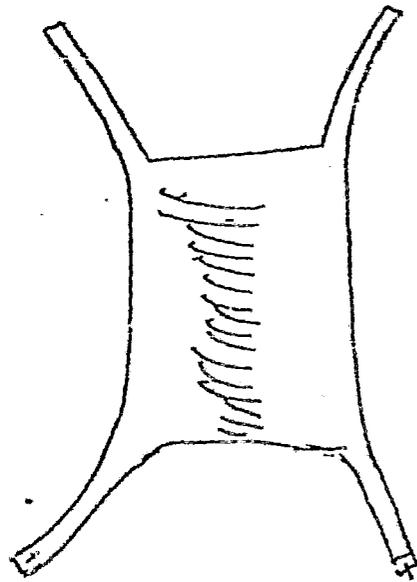
GUANTES PROTECTORES



CARETA DE POLICARBONATO



RODILLERA- PERNERA



DELANTAL PROTECTOR

recomienda seguir los pasos siguientes:

1.- toda operación de lavado ha de efectuarse con guantes de hule protector, es preferible tengan dibujo para evitar que se pueda deslizar el material con facilidad.

2.- tener listos la solución limpiadora y el material a lavar.

3.- sumergir con cuidado el material haciendo que la solución limpiadora entre en contacto rotatorio con el material que se va a limpiar.

4.- una vez terminada la operación de lavado enjuagar perfectamente con agua destilada, haciendo varios enjuagues abundantes, si no se dispone en tal cantidad de agua destilada, lavar abundantemente con agua corriente pero al FINAL enjuagar solo con agua destilada.

5).- escurrir y secar el material.

6).- guardarlo a cubierto de polvo, suciedad u otros contaminantes.

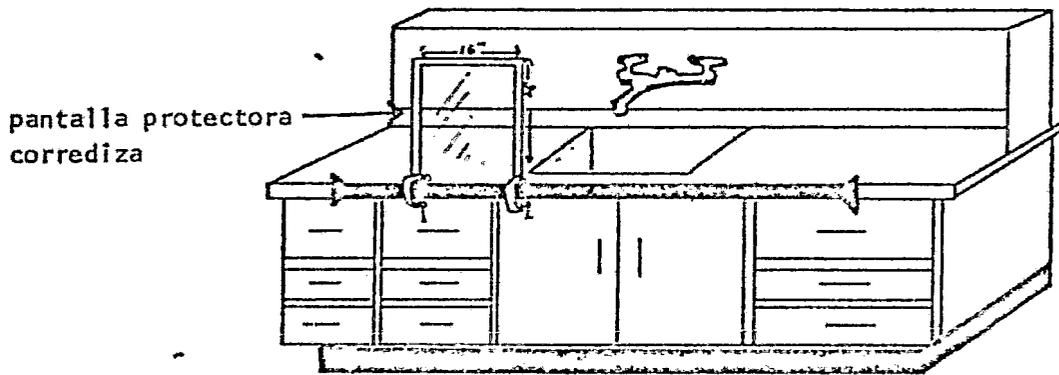
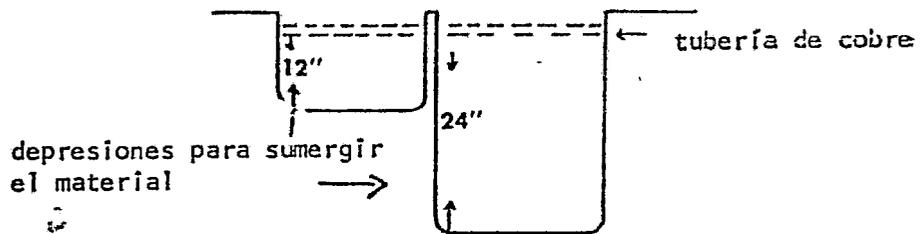
Durante toda la operación se debe proteger perfectamente tanto la cara como las manos, el ácido para la solución lavadora que generalmente es ácido sulfúrico debe transportarse en un contenedor a fin de evitar derrames peligrosos si llega a caer, y marcarse claramente el contenido de cada frasco.

Es indispensable que no se genere desprendimiento de hidrógeno durante el lavado con ácidos, cuidandose de igual manera que las cañerías sean de material resistente a la corrosión y no arrojando grandes cantidades de solución limpiadora de una vez, una modificación interesante es contar con un lavabo con dos áreas hundidas como se muestra en la figura (6) a fin de poder sumergir el material sin mayores riesgos.

1.14).- ELIMINACION DE DESECHOS

Un renglón poco cubierto por la literatura, Gastón (8) en su libro aborda con cierta extensión este tema, aquí se señalarán algunas indicaciones elementales sobre la eliminación de desechos químicos.

FIGURA 6



— RECOLECCION

Un paso importante, ya que evitará a tiempo que los desechos se acumulen, normalmente consume tiempo pero de cualquier manera es necesario recolectar los desechos una vez terminada la reacción; normalmente se deben colocar en el recipiente adecuado en tanto se neutralizan o eliminan, colocandolos con cuidado y marcando adecuadamente que contiene cada recipiente, han de mantenerse apartados de las áreas de trabajo o de tránsito.

— MANEJO

El material más comun a eliminarse son los disolventes, los cuales se han de guardar y manejar en recipientes de metal (de seguridad) perfectamente marcados. Los disolventes que contengan sodio o sustancias similares se deben mantener alejados de aquellos materiales que contengan humedad, igualmente es muy recomendable no agitar ni golpear demasiado los recipientes con desechos, ni someterlos a las inclemencias del tiempo, o exponerlos a situaciones peligrosas. Los éteres se han de inspeccionar visualmente a fin de detectar la concentración de peróxidos, si se sospecha la existencia de ellos, manejar con cuidado extremo los recipientes a fin de mover el disolvente para neutralizarlo.

— TRANSPORTE

Para transportar disolventes inflamables, cilindros rotos y sustancias explosivas etc., hay que asegurarse previamente que los empaques y envases estén en perfectas condiciones, evitando la ruptura de contenedores de vidrio, choque de envases o situaciones similares, las sustancias peligrosas es preferible transportarlas con lentitud y entre varias personas confinandolas donde no ofrezcan riesgos, asimismo al removerlas usar equipo protector.

— ELIMINACION FINAL

Hay varios métodos para eliminar finalmente una sustancia de desecho,

y convertirla en un producto inocuo, se citarán aquí muy brevemente los más usuales y prácticos para el laboratorio.

— INCINERACION

No es un método muy recomendable debido a los crecientes problemas de contaminación ambiental, aun así en ciertos casos es la forma más indicada y segura, su uso puede tomarse como situación normal si prevalecen ciertas demandas tales como: prevenir cantidades excesivas de sustancias que por no poderse eliminar por otros métodos, pueden significar un riesgo excesivo de polución para el agua o la tierra; similarmente si resulta peligroso arrojar contaminantes al drenaje o a un basurero, generalmente este método es recomendable si se trata de desechos sólidos y/o disolventes flamables.

— NEUTRALIZACION Y DILUCION

Muy adecuado cuando se trata de sustancias ácidas o alcalinas, obviamente los métodos de neutralización son tan variados como las sustancias, (consultar la bibliografía existente); en cuanto a la dilución ÚNICAMENTE deberá hacerse cuando al arrojar esas sustancias de desecho a los cursos naturales de agua (ríos, esteros, lagos etc.) NO REPRESENTEN PELIGRO para la biota o el hombre.

— COMPRESION

Pueden así eliminarse desechos a los que la presión no los torne peligrosos, con riesgos tales como explosión; en general solo es aplicable a los desechos sólidos, lo adecuado es comprimirlos hasta formar un cubo y de esta manera arrojarlos al basurero; naturalmente que solo se eliminarán así las sustancias que no representen algun peligro serio a la salud o causen incomodidades.

De cualquier manera los desechos se han de preparar de tal forma que no

causen molestias ni representen riesgos en su transporte y/o manejo, y aún _
siquiera incomodidades, el profesionista químico en base a su experiencia sa-
brá emplear el método más adecuado para eliminar sin riesgos las sustancias_
de desecho en el laboratorio.

Sólo a este le compete una materia tan delicada como ésta, con frecuen-
cia la forma adecuada de eliminar desechos no es tomada en la consideración
debida; dejándose muchas veces en manos inexpertas tal tarea, esto no debe su-
ceder, ya que el profesionista químico debe ponderar los riesgos que el ina-
decuado procedimiento de eliminación de desechos conlleva no sólo para él o _
sus alumnos, sino para toda la comunidad a la cual está obligado a proteger _
en la medida de sus conocimientos sobre seguridad, como PROFESIONISTA que es
y para lo cual ha de anteponer siempre su experiencia y conocimientos.

Esté capítulo se integró con el pensamiento de servir de guía práctica
para los diversos procedimientos que se llevan a cabo en el laboratorio, las_
medidas de seguridad y de prevención aquí indicadas, deben necesariamente am-
pliarse con la bibliografía existente, máxime si como sucede a menudo, las _
operaciones involucradas conllevan riesgos apreciables.

1.15).- FILOSOFIA DE ACTUACION PROFESIONAL DEL QUIMICO

Pese a la complejidad y diversidad de las medidas de seguridad que en_
todo momento deben imperar en el laboratorio, el químico ha de observarlas en
su TOTALIDAD, de verdad constituye una falta muy vergonzosa de ética profe-
sional el que se descuide alguno de los aspectos antes mencionados; bien por_
negligencia o bien por falta de conocimientos. Estos dos últimos argumentos_
especialmente el primero, en el laboratorio químico donde un descuido instan-
táneo puede ocasionar un accidente muy grave no deben nunca pasarse por alto_
la falta de conocimientos debe superarse y eliminarse de inmediato con la con-
sulta de la bibliografía existente, o con aquellos que si los tienen, pero _

de cualquier modo JAMAS se han de soslayar los aspectos de seguridad en el laboratorio.

En cuanto a la negligencia es obvio que el profesionista químico que se precie de ser realmente un profesional, jamás la tolerará en las personas a su responsabilidad, resultando repetitivo señalar que él mismo jamás deberá observar esta conducta en su permanencia en el laboratorio.

Su formación profesional, personal y sus cualidades intrínsecas de ser humano deberán anteponerse en todo momento en su trabajo profesional a fin de que este transcurra con la mayor seguridad, aún los conocimientos más brillantes se opacarán si la conducta en el laboratorio no es de completa seriedad, profesionalismo y atención indiscutible a los aspectos de SEGURIDAD.

Observando una conducta y filosofía de eliminación y; sobre todo; prevención de riesgos, el trabajo transcurrirá con resultados más satisfactorios para todos, lo que redundará a su vez en la superación profesional de los involucrados.

FUEGO

El fuego es quizá el más común de los peligros en el laboratorio químico, las estadísticas al respecto muestran que la mayoría de los percances en tales sitios se deben al fuego la probabilidad de un accidente que involucre fuego es singularmente alta (1)

Los accidentes con fuego son prácticamente inevitables según Scherch (2) afirmando que el uso extensivo de solventes inflamables ocasiona tal situación. Es bien sabido que la mayor parte de los accidentes con fuego son causados por disolventes orgánicos o líquidos inflamables pero tomando las medidas adecuadas se puede minimizar tal riesgo; para tomar las medidas adecuadas de prevención y control de incendios es necesario conocer elementalmente bien sea el fenómeno del fuego.

El fuego es un proceso de combustión en el que un elemento se quema (combustible) u oxida, liberando calor, pero este proceso no es tan sencillo, pero para los procesos de este trabajo basta con entender los siguientes conceptos elementales. Cuando un combustible ordinario se calienta mucho se descompone produciendo gran cantidad de gases volátiles; cuando la temperatura es lo suficientemente elevada aparece una flama generándose así más calor, y acelerándose el proceso. Para entender mejor esto observese el triángulo del fuego (Fig. 5); el cual explica de manera clara y concisa el fenómeno del fuego, el cual es un fenómeno compuesto de tres elementos representado cada uno por un lado de la figura

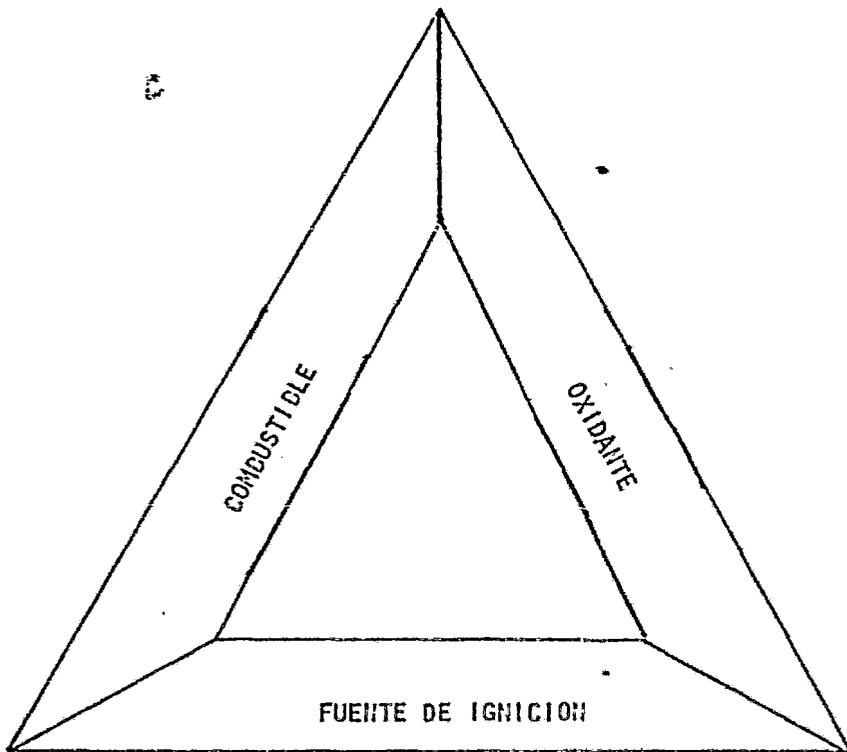
Todos los elementos son necesarios para iniciar y continuar la reacción, dichos elementos sucintamente desglosados son:

A) - Una sustancia combustible la cual es aquella que se va a combinar con el oxidante

B) - El oxidante que es la sustancia que se va a combinar con el combustible (oxidando), que es capaz de mantener la combustión usualmente los únicos oxidantes son el cloro y el oxígeno

FIGURA 5

TRIANGULO DEL FUEGO



C).- Un estímulo que va a iniciar el fuego, llamado fuente de ignición, cuyo modo de acción es elevar la T hasta un grado apreciable y suficiente para desencadenar la reacción, puede ser una llama, chispa, calor etc. etc.

LA ESENCIA DE



LA SEGURIDAD REQUIERE.

.. ELIMINAR DEL LABORATORIO QUIMICO LA APARICION DE ESTE ELEMENTO.

Los 3 componentes se hallan en estrecha relación, algunos autores (3) afirman que existe un cuarto componente, que sería una trayectoria adecuada de reacción pero de cualquier modo la remoción de uno de los 3 componentes basta para eliminar la reacción, e impedir que se produzca el fuego. Esto constituye la base teórica de combate del fuego; se anota además que los 3 componentes se deben encontrar en la proporción adecuada y definida, pues sin esto es muy probable que la reacción no se inicie.

Ninguno de los 3 componentes ha de minimizarse, en el momento de hacer consideraciones de seguridad con alguna frecuencia se resta importancia a las fuentes de ignición, pero basta recordar que una simple superficie caliente puede desencadenar una vigorosa reacción de combustión, y aún la electricidad estática ha sido fuente de percances de apreciable alcance.

Se torna necesario conocer algunos principios fisico-químicos elementales de modo que aún sin ser profesionales de seguridad, deberán tomarse en cuenta para minimizar los riesgos en el laboratorio donde se trabaje, las referencias dadas al final cumplen con este objetivo y su consulta resultará muy provechosa, en fin que no sólo la prevención, sino el control de los siniestros serán

parte integral de la educación del químico, y han de tenerse siempre en la apreciación debida.

2.1).- CLASES DE FUEGO

El desarrollo de los métodos de combate contra incendios, y lo que es más importante su prevención, se basan en el conocimiento de cada una de las distintas clases de fuego; la clasificación que a continuación se expresa, es válida universalmente, está basada en la naturaleza del material que arde.

FUEGO CLASE A:

Es el que involucra materiales clásicos (madera, papel, cartón, tela etc.) todos los cuales son sólidos y al arder dejan residuos sólidos (cenizas), su combustión no es muy fácil ni inmediata; se combaten con extinguidores clase A mencionados más adelante.

FUEGO CLASE B:

Involucra líquidos flamables tales como disolventes orgánicos, gasolina aceites, pinturas etc., generalmente arden cerca del piso por lo que no se usan extinguidores que los dispersen más, se extinguen con agentes de la clase B.

FUEGO CLASE C:

Involucra electricidad, lo que lleva implícito el riesgo de electrocución aparece cuando una fuerte corriente eléctrica ocasiona flamas; se combate con extinguidores clase C, los cuales contienen agentes no conductores.

FUEGO CLASE D:

Es el que tiene como combustibles sólidos flamables, como los metales finamente pulverizados, u otros que pueden parecer aún inocuos; con la humedad se violentan vivamente, por lo que se usan extinguidores clase D.

En seguida se analizan brevemente cada una de estas clasificaciones, de hecho al profesionalista químico le interesa sobremanera el fuego clase B y D, que son los más comunes en el laboratorio, y de los cuales se trata más extensamente.

FUEGO CLASE B (DISOLVENTES)

El fuego más común en el laboratorio es el causado por disolventes, estos se usan extensamente en destilaciones y extracciones, debido a su bajo flash-point los disolventes orgánicos constituyen un serio problema de este tipo; en realidad pese a su alta presión de vapor, los disolventes por sí mismos no constituyen un riesgo apreciable, pero si sus vapores, que siendo muy volátiles, se mezclan fácilmente con el aire formando mezclas altamente flamables y hasta explosi-

vas, los líquidos con flash points inferiores a 100 °C que son los más peligrosos constituyen un riesgo potencial muy serio de inflamarse, pero como se verá a lo largo de los capítulos; manteniendo siempre una elevada filosofía de seguridad es posible minimizar los riesgos a un grado aceptable; en las operaciones antes señaladas las medidas de seguridad deben extremarse; pero no sólo en éstas hay riesgo: en el manejo y transporte también existe, y aquí también hay que ser muy cuidadosos, incluso un almacenamiento indebido puede ocasionar un percance, el riesgo por fuego aumenta debido al pánico inmediato que produce en las personas; la vista de una flama violenta ocasiona movimientos inesperados e INCORRECTOS de las personas involucradas, las cuales en su mayoría, no solamente no siguen los elementales lineamientos de seguridad, sino que por sus acciones desordenadas pueden; de hecho casi siempre sucede; agravar más el siniestro, un disolvente derramado en el piso que arda ahí mismo, puede causar que las persona que se hallan cerca, sean presa del miedo, y por sus movimientos torpes y desordenados pueden tirar frascos o recipientes con substancias peligrosas, con lo cual se acrecentará la intensidad del siniestro, pudiendo resultar consecuencias más graves; esto jamás debe suceder.

Cualquier líquido orgánico capaz de arder con cierta intensidad se puede considerar un disolvente flamable, aún cuando muchos líquidos no arden sino a altas temperaturas, debe recordarse que en un evento de fuego, estas pueden alcanzarse fácilmente, ya que el calor generado evapora más disolvente. En la tabla 1 se muestran las propiedades más comunes de los disolventes más usados en el laboratorio.

Se ve claramente que la capacidad de vaporizarse torna muy peligroso el hecho de dejar abiertos los recipientes conteniendo disolventes flamables; hay que recordar además que todos los vapores orgánicos -excepto algunos de 1 o 2 átomos de C- son más pesados que el aire y fluyen corriendo a lo largo de las superficies; para ello es muy conveniente dar a conocer algunas definiciones elementales, como las del glosario que se encuentra al final, como lo son: flash point (a), Temperatura de ignición (b) etc., aunque el método más recomendable es consultar los datos de tablas.

Los vapores de disolventes flamables forman mezclas con el aire capaces de arder instantáneamente, por lo cual se torna muy necesario conocer una propiedad llamado rango de flamabilidad (c), la cual es muy variable -depende del disolvente-; en la tabla 2 se muestran algunos ejemplos.

Es conveniente señalar que muchas substancias que no son líquidos flamables, como lo es el NH_3 pueden arder de manera similar al encontrarse en la proporción adecuada con aire. De esto se debe tener en cuenta que la concentración de vapo-

res flamables ha de mantenerse dentro de los márgenes de seguridad recomendados lo cual se trata en el siguiente parágrafo dedicado a la ventilación, este es un renglón importante en extremo, que funcionando adecuadamente garantiza un ambiente de seguridad.

2.2).- VENTILACION

El contar con un adecuado sistema de ventilación, a fin de abatir la concentración de vapores flamables hasta un límite permisible, es un hecho absolutamente indispensable; en efecto, es uno de los medios más seguros para minimizar los riesgos por incendio, aparte de la comodidad que representa en lo tocante al confort del personal. Sería lo ideal que todas las operaciones que en el laboratorio involucren el manejo, transporte y uso extensivo de sustancias flamables se efectuaran en un lugar dotado de excelente ventilación; Una campana, extractor adecuado o algún otro medio.

Algunos de los requerimientos de los sistemas propuestos de ventilación atañen al diseño del equipo y del edificio; no son el propósito que aquí se trata, lo que si se explica con cierto detalle; el concerniente al químico; es el requerimiento de aire fresco, necesario no solo para la seguridad, sino también para el aspecto higiene. En el laboratorio ha de contarse con la ventilación adecuada al tipo de labor que se realiza, manteniendo siempre en mente la seguridad de todos, aún muchas veces a costa de los aspectos económicos (que también son importantes), pero procurando que los márgenes de seguridad siempre se mantengan en las jornadas de actividad; como las sustancias flamables forman mezclas con el aire, cuando se excede el valor límite de tal concentración de sustancia flamable con aire, el sistema de ventilación debe funcionar de forma que se retorne de inmediato a los límites permitidos.

Los requerimientos básicos de diseño incluyen: localización para las entradas de aire fresco, salidas de aire viciado, capacidad de intercambio de volumen de gases, y una serie de detalles que pertenecen a la rama de ingeniería civil, con las sustancias flamables la ventilación ha de asegurar que el volumen de contaminantes por unidad de volumen (m^3) de aire, llamado concentración no exceda los límites permisibles, de manera que la operación normal con estufas, muflas, mecheros etc. no represente un riesgo potencial; en la mayoría de los laboratorios se cree que con el sistema de extracción de las campanas basta para evitar las concentraciones peligrosas, pero esto no basta para recircular el aire, por lo que los vapores por su virtud de menor peso

tienden a irse hacia las partes bajas, constituyendo serios peligros.

Un factor si debe de tomarse en cuenta; la tubería debe de ser de un material incombustible y difícil de corroer, debido a la gran variedad de sustancias que van a pasar por ahí, de la misma manera, la presión en las tuberías debe ser negativa, respecto a la que impera en el exterior, de modo que los vapores fluyendo hacia el exterior lo hagan con facilidad. Steere (4) propone un standard de seguridad en el que se especifican las velocidades de desalojo de los vapores, así como una adecuada velocidad de captura a la entrada de la campana de extracción, la velocidad obviamente dependerá de la naturaleza del vapor de que se trate; para disolventes tales como acetona, y algunos otros de cadena hidrocarbonada lineal, es muy conveniente desalojarlos a una velocidad promedio de 50 a 60 pies³/min; este valor se ha de tomar como límite inferior recomendable, pero si se desean elevar los standards de seguridad, puede aumentarse a un promedio de 75 a 80 pies³/ minuto (2025-2160 dm³/ min.), para un sitio donde se efectuen operaciones tales como: destilaciones o extracciones, es mucho más seguro una velocidad de 2000-2500 dm³/ min.

Estas velocidades se han calculado para evitar la acumulación de vapores peligrosos flamables, siendo obvio que se han de efectuar revisiones periódicas para asegurarse que el sistema funciona adecuadamente, tal revisión ha de ser de una periodicidad mínima de un año. Si se detecta alguna anomalía, como el que la velocidad de desalojo sea insuficiente, deben de reducirse al mínimo las operaciones que conlleven el uso de cantidades apreciables de líquidos flamables, del mismo modo que realizarlas con mayor precaución. Estas indicaciones han de seguirse con escrupulosidad, siendo válidos para cualquier laboratorio químico, la elección del tipo de ventilación requerido, si ha de llevarse a cabo entre el arquitecto, el ingeniero civil o de seguridad y el personal que trabajará en el laboratorio (profesores, directiva y/o asesores de laboratorio).

Los líquidos inflamables cuya temperatura de flash-point se encuentre sobre la máxima temperatura alcanzada en el laboratorio en el verano, normalmente no forman mezclas explosivas con el aire, a diferencia de aquellas cuyo flash-point es inferior a la citada temperatura; pero de cualquier manera, para las primeras se halla suficiente que se cuente con ventilación natural adecuada para desalojar los vapores emitidos, la mayoría de las veces pues bastará con tener los ventanales abiertos, de modo que circule el aire libremente, y abrir los respiraderos, con ello se tendrá un margen de seguridad muy bueno.

Los líquidos inflamables normalmente también son tóxicos, por lo que se tiene una regla de oro: la ventilación que es adecuada para la salud lo es para evitar los riesgos de incendio, la velocidad de desalojo del aire viciado está en función directa de la velocidad de generación de vapores peligrosos, así como de la habilidad de éstos para formar mezclas explosivas, el volumen que forma una mezcla explosiva para 3.8 litros de disolvente inflamable se muestra en la tabla 3, para varios líquidos inflamables.

En la práctica es recomendable que el sistema de ventilación aporte unas 2 o 3 veces la cantidad de aire requerido para evitar la mínima concentración de explosividad, sobre todo en atención a la desigual distribución de vapores inflamables, estos por regla general son más pesados que el aire, razón fundamental para contar con ductos de ventilación cerca del piso, ya que los vapores pueden fluir a lo largo del piso, o de sitios bajos aun a sitios muchos metros distantes del sitio de emisión, y allá causar un percance; tomando en cuenta lo anterior, el movimiento de aire fresco debe ser HACIA la fuente de vapores desde todas direcciones, sin que lleguen a presentarse concentraciones de vapor sobre un 25 % del límite inferior de inflamabilidad, a una distancia de 60 cm. del sitio de emisión.

La ventilación natural, como ya se indicó es adecuada para líquidos

con flash-point superiores a 55 °C, en locales amplios, así como los que lo tengan inferior a esta temperatura pero estén confinados en un sitio adecuado para efectuar tales reacciones, de forma que tampoco se manipulen con exceso.

Son muy satisfactorias para los laboratorios químicos, las entradas a nivel del piso, o mejor a unos 20 o 25 cm: de él, así como los ventiladores en forma de campana o respiraderos en número y disposición adecuados, lo más conveniente es contar con ambos sistemas: el natural y el artificial, de modo que si por alguna razón falla este último, aquel pueda suplir la falta con los menores riesgos posibles, para líquidos con flash-point inferiores a 143 °C que puedan entrar en contacto con superficies calientes, la ventilación mecánica es indispensable, máxime si tales vapores tienden a formar nieblas o dispersiones coloidales (sprays).

De cualquier manera se recalca que necesariamente; para aumentar los márgenes de seguridad; se debe contar con ventilación a niveles cercanos al piso, en virtud de la tendencia de vapores flamables a fluir por este.

Para asegurar una adecuada velocidad de desalojo de aire viciado, es necesario contar con indicadores de vapores flamables, así como checar con periodicidad el buen funcionamiento del sistema; para procesos peligrosos se hará necesario contar con tales indicadores provistos de alarma para cuando se exceda la concentración permisible de vapores peligrosos, la ventilación tiene que cubrir la totalidad del piso, pero indudablemente no únicamente este, sino todo el local tiene que ser barrido por el sistema de ventilación en forma adecuada, los procesos llevados a cabo en locales amplios, implican que la concentración de vapores peligrosos no exceda los límites permisibles, hasta una distancia de 6 metros a la redonda del sitio de emisión.

Las troneras o respiraderos, deben tener un diámetro de 50-60 cm.;

no menos, a fin de que cumplan a satisfacción su función de evitar o minimizar los riesgos de un incendio incontrolado, amén de recircular el aire introduciendo el volumen de aire fresco necesario para el confort.

La distribución de vapores flamables con flash-point inferiores a la temperatura ambiente, es muy amplia, sobre todo si forman nieblas o dispersiones coloidales, por lo cual al trabajar con ellos hay que asegurarse que la ventilación funciona adecuadamente, indicaciones sobre diseño de sistemas de ventilación, así como de velocidades requeridas se encuentran en los trabajos de Hughes (5) y Steere (6).

2.3).- ALMACENAMIENTO

El riesgo por fuego en un laboratorio químico, es de mayor probabilidad en el sitio de almacenamiento, para evitar o minimizar hasta un grado aceptable el primer paso importante en el almacenamiento de sustancias flamables, en particular y peligrosas en general, es REDUCIR la cantidad que se guarda en el mismo sitio, hasta un mínimo aceptable, no es necesario que se almacene la cantidad de uso en un día, no, pero también es conveniente no almacenar la que se va a usar en varios meses, existe un justo medio, entre los lineamientos de seguridad, y las conveniencias prácticas o administrativas, por lo que se refiere a los líquidos flamables, se han propuesto normas con objeto de minimizar el riesgo de incendio, manteniendo determinada cantidad en almacén.

Para el sitio de almacenamiento son importantes dos parámetros: el local, y el tipo de recipiente contenedor; como lógicamente la cantidad que se tiene guardada; resulta evidente que es mucho más razonable almacenar 4 frascos con 4 litros c/u, que un sólo recipiente de 16 litros; en un laboratorio académico, las condiciones del almacén son muy importantes y a continuación se desglosan brevemente.

CONDICIONES DEL SITIO DE ALMACENAMIENTO

El sitio de almacenamiento es muy importante; ha de estar diseñado para este fin precisamente, por regla general ha de hallarse retirado del sitio de trabajo común, su material estructural básico debe resistir el fuego por algún tiempo sin perder resistencia mecánica; es común para esto el empleo de concreto pretensado o cemento armado, las características de su diseño implican que no debe poseer cortinas o tapetes de material inflamable, aún los materiales plásticos pueden resultar muy peligrosos, puertas y ventanas han de carecer de elementos de vidrio, ya que este material al calentarse excesivamente puede proyectarse peligrosamente, los andadores o pasillos deben permitir el paso del personal sin que haya riesgo de tirar o volcar algo al suelo, los anaqueles deben mostrar una disposición adecuada con el suficiente espacio entre ellos, un punto muy importante son los sistemas eléctricos: en efecto; un cable no aislado o una conexión defectuosa pueden servir de fuente de ignición, todas las conexiones y cableado deben ser del tipo llamado de seguridad, ser imcombustibles y hallarse en perfectas condiciones, cualquier anomalía en esto reportase de inmediato, renglón también importante son los anaqueles; estos deben resistir perfectamente el peso del material que contengan sin romperse o combarse, ser de material incombustible y resistente a la corrosión (madera del tipo "formica", o metal cubierto de barnices resistentes al ataque químico), de todos los materiales se prefiere la "formica" y es la más recomendable.

Es importantísimo que cada sustancia se encuentre alejada de sustancias incompatibles, además el sitio de almacenamiento debe contar con buena ventilación e iluminación, preferible contar con alguna ventilación mecánica e iluminación natural, las lámparas muy importante- deben ser apropiadas para almacenar sustancias flamables; y del voltage adecuado al tamaño del local. Para no almacenar sustancias incompatibles ver apéndice 1.

2.4).- RECIPIENTES

Cada sustancia ha de almacenarse en el recipiente adecuado, de modo que no sufra alteraciones químicas o físicas, del mismo modo que no destruya o dañe el envase en que se guarda. 20 litros de un disolvente flamable pueden almacenarse en un sólo recipiente, pero es más razonable tenerlos en 4 envases de 5 l. c/u; para el trabajo normal en un laboratorio químico se ha observado que los recipientes para disolventes flamables no deberían exceder los 2 litros de capacidad, para disolventes de clase IB como lo son,

Acetona, etanol, metanol, tolueno y otros similares los envases no han de ser metálicos, ya que algunos de esos disolventes pueden ser corrosivos, y es más aconsejable el uso de recipientes de vidrio; la mayoría de las legislaciones de seguridad compelen a usar recipientes de vidrio para los disolventes orgánicos, aún sobre los materiales plásticos que también pueden usarse para muchos disolventes, el uso de materiales de vidrio conlleva el riesgo de ruptura, situación que puede causar graves conflagraciones, al efecto se ha establecido la necesidad de proteger los recipientes de vidrio sobre todo los de capacidad superior a 5 l.- con algún medio que permita conservar intacto el frasco una vez se ha caído al suelo, un medio muy indicado es el uso de un recipiente de mayor capacidad que el del contenedor, formado de algún material que amortigüe la caída; tal como arpillera o un relleno de material similar (algodón prensado, hule espuma etc.), algunas firmas ofrecen dispositivos similares para transportar y manejar sin riesgos contenedores de líquidos inflamables o peligrosos.

Un standard propuesto por la OSHA (13) permite que en recipientes de plástico se puedan almacenar hasta 20 litros de líquidos de la clase 1B; enfatizándose que en el sitio de una reacción no deben encontrarse ahí.

En todos los casos el manufacturista de las sustancias expende sus productos en el envase adecuado, el químico ha de respetar esta medida, procurando que los envases no se deterioren, al efecto siempre se ha de revisar el estado en que se encuentran los recipientes, retirando de inmediato los que estén rotos o con su tapa o tapón defectuosos, o sin embonar bien con el cuello del envase, o que presenten grietas o golpes muy fuertes, al igual que los que ya estén corroídos; la capacidad de los recipientes la dictan las normas de seguridad; pero por lo que ya se ha esbozado brevemente todas las sustancias peligrosas es mucho más seguro se hallen en varios recipientes de adecuada y segura capacidad que en uno solo.

Los standares propuestos señalan que los líquidos con flash-points inferiores a 38 °C, tal como eter etílico, deben estar en contenedores de cuando más 1 litro, y aquellos con flash-points superiores en recipientes de hasta 4 litros, se señala muy importante punto el que no se trasvasen sustancias de un recipiente de determinadas características, a otro diferente si no se tiene la seguridad de que se carecerá de riesgos al obrar así.

Una modificación hecha en 1976, permitió recipientes de vidrio con más de 4 litros para disolventes grado analítico con puntos de ebullición

superiores a 50 °C, si la pureza puede afectar la calidad del disolvente así como ocasionar corrosión en un envase metálico. Para disolventes con flash-point de 60 °C o más, se acepta que se usen recipientes de seguridad, si se van a usar con una capacidad de hasta 8 litros.

Para sustancias muy inflamables, si se usan recipientes de seguridad está permitido usarlos del doble de capacidad que los envases comunes, a condición de que se encuentren en buen estado; si en una serie de experimentos se van a usar cantidades apreciables de disolventes, es preferible, y aún muchas veces indispensable, usar medios protectores para los recipientes de vidrio, ya que de todos modos, este es el material que mejor resiste la corrosión, y guarda las sustancias con todas sus características por tiempo indefinido; las sustancias sobre las cuales exista la sospecha de sufrir eventuales modificaciones químicas, han de guardarse en recipientes opacos a la luz solar (vidrio ámbar, plástico no transparente ni translúcido).

Un renglón importantísimo para la seguridad es la cantidad de sustancias inflamables que se almacenan en el área de trabajo (laboratorio), al respecto este punto se considera tan importante que hay muchas disposiciones tendientes a tratar del asunto, en general se considera que los márgenes de seguridad más amplios se logran evitando grandes cantidades de líquidos inflamables almacenados en las áreas de labor.

Se han desarrollado muchos puntos de vistas respecto de la cantidad de sustancias inflamables que es seguro permitir en el laboratorio, las características propias de cada laboratorio determinarán la máxima cantidad permisible de cada sustancia, para saber con certeza la cantidad que se considera seguro mantener en el laboratorio, es necesario saber a que tipo pertenece este, según ciertos criterios los laboratorios académicos se consideran para el efecto como laboratorios clase A.

Se define un laboratorio clase A como aquel en cuyo recinto se llevan a cabo prácticas de laboratorio bajo la supervisión de un asesor capacitado, siendo quienes las realizan (alumnos) no responsables en grado total de los riesgos que pueden implicar, además su superficie nunca excederá de un máximo de 900 m² de áreas construídas; sus elementos estructurales deben ser resistentes al fuego (paredes, techos, corredores etc.) según los parámetros de las legislaciones de construcción, y que cuentan aparte con instalaciones anexas tales como salones de clase; sus fines son estrictamente INSTRUCCIONALES o ACADEMICOS, hasta un nivel de maestría.

De acuerdo con esto un laboratorio químico escolar o académico, que

es el centro de interés de este trabajo, se considera siempre como de clase B en la tabla 4 se muestran las cantidades máximas permisibles de algunos de los disolventes más comunes, para cada uno de los tipos de laboratorios.

Para un laboratorio clase A definido como aquel diseñado para la instrucción o enseñanza, pero en el que las personas que realizan los experimentos son responsables de los aspectos de seguridad, pues son alumnos de cursos superiores tales como maestría o doctorado, las cantidades de líquidos inflamables permitidos las cantidades varían muy poco; sin restricción al tamaño del laboratorio con fines de enseñanza, se admite que existan hasta 4 litros de líquidos inflamables por cada 10 m^2 de área de laboratorio, en un espacio ventilado y hasta un máximo de 150 litros por cada unidad de laboratorio. se puede permitir que exista el doble de esa cantidad si la mitad de la cantidad total se almacena en recipientes de seguridad (con grifos de seguridad) y en anaqueles de doble pared. Tomando como ejemplo un laboratorio con 30 m^2 de superficie, se permitirá tener hasta 12 litros de inflamables en condiciones normales; algunos autores afirman que si se cuenta aparte de los recipientes de seguridad con sistema de irrigación, puede permitirse el doble de la cantidad permitida si sólo se cuenta con recipientes de seguridad; para el laboratorio de 30 m^2 si los 12 litros se hayan en envases de seguridad, si hubiese ese sistema de irrigación, se permitirán 24 litros en total.

El límite marcado como máximo está diseñado para minimizar los riesgos en caso de algún evento de fuego, por lo tanto se recomienda que en ningún caso se exceda de 300 litros en TOTAL, algunos autores (13) señalan que el máximo permisible debe ser la cantidad que normalmente se usa en un mes, y muchas organizaciones de seguridad recomiendan que los laboratorios con fines académicos deben poseer la mitad de la cantidad de sustancias inflamables que para un laboratorio de igual área, pero usado con fines industriales.

Si el área del laboratorio se restringe a 200 m^2 y hay irrigación, se puede permitir que haya hasta 10 litros por cada 12 m^2 de superficie, si la mitad al menos se haya en recipientes de seguridad, en lugar ventilado, y en estantes de doble pared. Algunos autores suponen que es razonable que en un laboratorio con todos los dispositivos de seguridad y en recipientes de seguridad puede contener hasta 550 litros de líquidos inflamables (disolventes principalmente), pero esto es muy cuestionado por la mayoría de los autores.

Es necesario mencionar que las sustancias inflamables nunca se deben de almacenar en los sitios de trabajo rutinario, las cantidades antes mencionadas se refieren a un sitio apropiado de almacenamiento, debiendo estar siem-

pre alejadas de las fuentes de ignición potenciales, así como del tránsito de personas. Afirma Steere (14) que para un laboratorio bioquímico, las cantidades almacenadas no deben exceder de 230 litros.

Es muy importante no pasar por alto estas disposiciones, no excediendo en NINGUN CASO las cantidades máximas permisibles de sustancias flamables.

Los líquidos flamables se han de mantener siempre alejados de los cilindros de gases (oxígeno, cloro), así como de sustancias corrosivas y/u oxidantes, al igual que de cualquier fuente de ignición. Un error muy común y que puede acarrear consecuencias funestas es almacenar las sustancias por orden alfabético, esto crea una situación peligrosa en extremo: proximidad de sustancias antagónicas, también es recomendable que los recipientes pesados no se almacenen en las repisas superiores de los estantes.

2.5).-SOLIDOS FLAMABLES

La segunda causa de incendios por sustancias flamables es causada por sólidos flamables, que pese al riesgo que entrañan aun no son tomados con la debida consideración; se define un sólido flamable como aquél que no siendo explosivo es capaz de arder por algún estímulo, tal como fricción, cambio químico espontáneo, absorción de humedad etc, y que una vez arde el fenómeno de su combustión es de tal intensidad que constituye un riesgo muy serio, hay dos categorías de sólidos flamables: sensibles al aire y sensibles al agua.

———— SOLIDOS SENSIBLES AL AIRE

Son aquellos que reaccionan directamente con el oxígeno del aire, generando suficiente calor de reacción para iniciar una flama, se denominan pirofóricas e incluyen sustancias tales como: fósforo blanco, y las sustancias finamente pulverizadas (tamaño coloidal), como lo son los catalizadores metálicos pulverulentos. Para almacenar estas sustancias se observará siempre la regla de excluir el aire en la mayor medida posible, casi hasta evacuarlo así como eliminar las fuentes de ignición posibles, los recipientes contenedores han de ser totalmente herméticos, y estar siempre en perfectas condiciones, alejados de sustancias incompatibles y almacenadas en lugares frescos aislados de la luz solar directa o artificial muy intensa, siempre que se manipulen la operación de cerrar el envase debe ser hecha con mucho cuidado, no es conveniente tampoco almacenar una cantidad excesiva, se señala como muy conveniente tener solamente la cantidad usada en 2 o 3 meses; es de vital importancia la revisión periódica de los envases, pues una pequeña gri-

ete puede ocasionar un daño considerable; por ello la revisión periódica de los envases constituye una elevación considerable del índice de seguridad, la revisión puede hacerse cada vez que se manipula el envase, también es de vital importancia mantener la atmósfera lo más seca posible.

Estas substancias al contacto con el aire se inflaman, llegando a ser muy violenta la aparición de las flamas, además son difíciles de combatir; y por lo mismo la persona que maneje esta clase de fuegos ha de extremar sus precauciones; ya se ha anotado que la mejor manera de prevenir accidentes serios es evitar que el aire esté en contacto prolongado con estos sólidos, es una medida muy conveniente efectuar el vacío en los recipientes contenedores de sólidos flamables, para un laboratorio es muy práctico cubrir el polvo con algún gas inerte como nitrógeno o argón, o bien con algún disolvente inerte que nunca deberá ser HALOGENADO; los recipientes deben tener válvulas de presión, y si se considera que el polvo o sólido es muy peligroso se deben usar inclusive recipientes de descarga.

La forma en que se extingue un incendio causado por estas substancias se indica más adelante, en el subtema de métodos de extinción de incendios de cualquier forma, muchos departamentos de bomberos recomiendan que para facilitar el combate de un siniestro de este tipo, los envases de sólidos flamables no excedan de 1 kg. de capacidad.

Un riesgo muy grande de estas substancias lo constituye el hecho de que pueden ocasionar que otras substancias se inflamen con facilidad, los vapores de un disolvente flamable pueden incendiarse al contacto con estos piróforos, por ello en las reacciones es conveniente usar la cantidad estrictamente indispensable, evitandó derramar cantidades bien sea mínimas.

SOLIDOS SENSIBLES AL AGUA

Son aquellos que reaccionando con el agua o con la humedad se inflaman liberando gases altamente flamables, buen ejemplo de ello lo constituye el Na un trocito de sodio al entrar en contacto con el agua, arde vorazmente produciendo una luz amarilla brillante y desprendiendo hidrógeno, el cual arde por el calor generado en la reacción. Aun la humedad del ambiente es suficiente para hacer arder estas substancias, para su almacenaje ya se ve que es requisito indispensable el eliminar toda traza de humedad, cuidando de cerrar con la mayor prontitud los envases al usarse y manteniendo estos en ambientes muy secos, de igual manera se han de colocar alejadas de disolventes, líquidos

flamables, o donde estos se estén manipulando, así como de sustancias reductoras, es altamente deseable que muchos de estos sólidos se mantengan bajo algún disolvente inerte tal como petrolato, hexano, o bien en una atmosfera inerte, los recipientes donde se almacenen han de estar en perfecto estado, lejos de la humedad y estibados LEJOS del nivel del piso.

En su manejo hay que extremar las precauciones, cuidando de no dañar los recipientes, retirarlos de las posibles fuentes de humedad, el equipo con el que se van a usar (matraces, probetas, etc.) deben estar perfectamente secos, al igual que los disolventes en que se van a usar, por lo que estos deben destilarse perfectamente, para que no queden trazas de humedad, pues aun con esto una reacción tal como la de Grignard puede entrañar un riesgo apreciable. Para evitar el paso de humedad es necesario hacer pasar el aire, en la reacción de Grignard por una serie de 2 recipientes llenos de CaCl_2 o de MgCl_2 habida cuenta de que las conexiones deben ser totalmente herméticas, y equiparse con válvulas auxiliares de presión.

Dado que son muy peligrosos al contacto con la humedad, es obvio que jamás se han de arrojar al drenaje, ni trozos de sodio no usados ni sólidos flamables cuales sea que fueren se deben de arrojar al drenaje, el riesgo no sólo de incendio sino de una fuerte explosión, puede ser algo fatal si se arrojan al desagüe estas sustancias; para disolverlos el medio más seguro es el empleo de 2-propanol o n-butanol, y una vez disueltos arrojarlos con precaución al drenaje.

Si hubiese algún derrame en el suelo u otras áreas, hay que recuperar con prontitud la mayor cantidad posible de sustancia, empleando una esponja o espátula de plástico, y colocándola en un disolvente inerte seco, en seguida cubrir el área con Na_2CO_3 o NaHCO_3 secos y de inmediato transferir a un recipiente lleno con 2-propanol o n-butanol dejando por 24 horas por lo menos, al cabo de las cuales la solución resultante se diluye en agua y puede ya arrojarse sin riesgo al drenaje.

Tanto para unos como para otros, al manipularlos y usarlos en el laboratorio.

hay que adoptar una serie de precauciones en todo momento, dado que en el laboratorio se usan con frecuencia los catalizadores metálicos (níquel Raney), y otros, cuando se manipulen seguir cuidadosamente todas las precauciones necesarias, aun manipularlos con las manos húmedas puede significar fuertes riesgos.

En fin, que para manejarlos con precaución y sin riesgos es conveniente seguir estas indicaciones:

I).- sólidos sensibles al aire, retirarlos de sus recipientes con mucho cuidado, no destapar por periodos prolongados, y cubrir de ser posible el resto con algun gas inerte (nitrógeno, argón, helio etc.)

II).- revisar cuidadosamente los recipientes con periodicidad, eliminar de inmediato los que estén en mal estado.

III).- almacenarlos en sitios adecuados siguiendo las instrucciones del fabricante, retirarlos de sitios húmedos, con luz solar directa, calor y mantenerlos lejos de substancias incompatibles (reductores, disolventes flamables etc).

IV).- usar solo las cantidades indispensables para una reacción, y no retornar al envase la porción no usada.

V).- los sólidos sensibles al agua, mantenerlos en sitios frescos y secos, alejados de la luz solar directa, manipularlos con las manos perfectamente secas, y tambien usar solo las cantidades indispensables.

VI).- En caso de alguna conflagración, seguir las indicaciones para su pronta extinción, no usando en ningun caso extinguidores a base de agua.

Siguiendo las anteriores indicaciones aparte de las que dicte el buen juicio del químico, se asegurará que el trabajar con estos sólidos, sea una operación segura.

2.6).- FUEGO POR MATERIALES CLASICOS.

El menor riesgo existente por fuego es el ocasionado por los materiales clásicos (madera, papel, tela etc.), no es de comun aparición en el laboratorio químico, pero de cualquier forma no debe perderse atención a esta clase de incendios, aún así hay que adoptar siempre precauciones de modo que se eviten las flamas sobre tales materiales, es muy conveniente no dejar en el laboratorio cantidades apreciables de papeles, batas u objetos de tela, así

como de cualquier posible combustible.

En los sitios de almacenamiento evitar el acumulamiento de objetos que en caso dado puedan convertirse en combustibles, y cuidar que las lámparas se hallen en perfecto estado, no es una idea nada recomendable el acumular una gran cantidad de cuadernos o libros en las áreas de laboratorio, si por necesidad de el profesor que ahí califique o evalúe a sus alumnos, es conveniente evitar gran cantidad de papel.

Pero aún con todas las precauciones adoptadas para evitar la aparición de fuego, puede suceder que inevitablemente se presentará un accidente con tal elemento; de manera que es harto importante, a decir verdad imprescindible; el conocer las técnicas básicas de extinción de fuego: junto a las necesarias medidas de prevención, se necesita conocer las de contención.

La parte dedicada a control, última de este capítulo, muestra someramente los distintos tipos de extinguidores y técnicas de combate (control) de incendios en el laboratorio químico; un renglón que es importantísimo que conozca el profesionista de la química.

2.7).- TEORIA DEL CONTROL DEL FUEGO

Para extinguir el fuego, el control del fuego, como se vió en la página , es necesario remover alguno de los elementos del triangulo del fuego (fig. 1); aunque aquí es muy importante la variable tiempo, elemento esencial para que los daños no sean mayores. El agente causante normalmente es el elemento más difícil de remover, pero para propósitos prácticos este no es el elemento que se retira.

a).- remoción del oxidante:

El oxidante que usualmente es el oxígeno, puede excluirse cubriendo el combustible con alguna substancia inerte que lo aisle del aire (normalmente el portador del oxígeno); tales substancias son muy variadas: pueden ser desde el agua hasta substancias muy específicas, para incendios con materiales clásicos, puede basta solo con cubrir con una frazada o manta el sitio del incendio, en gran cantidad de casos se diluye el O_2 hasta un nivel inocuo empleando CO_2 .

b).- remoción de fuentes de ignición.

Es de escasa o nula significación una vez que ha comenzado la configuración, el mejor dispositivo de seguridad relativo a esto es evitar las fuentes de ignición ANTES de la aparición de algun incendio, chispas, flamas,

objetos que causen fricción etc, es así que la aplicación de la regla de oro que es mejor prevenir que remediar, evitará accidentes que pudieran ser funestos.

c).- Inactivación de Intermediarios

El proceso de combustión puede reducirse radicalmente con la aspersión de sustancias que inactiven los intermedios de la reacción, estas sustancias se conocen como trampas de radicales; así se logra que decrezca la velocidad de la reacción, y el proceso de fuego se interrumpa.

2.8).- AGENTES EXTINGUIDORES

Los agentes extinguidores son las sustancias empleadas para combatir y acabar con el elemento fuego, son muy variados y en realidad su tratamiento completo requiere de más espacio, aquí trátase únicamente de los más comunes y los principios que deben interesar al profesionista químico. Los agentes más comunes son: agua, gases inertes, polvos químicos y halones.

— Agua

Usada para los incendios de clase A, es el mejor para esta clase de siniestros; posee alta capacidad calorífica, de forma que no sólo enfría sino que disipa el calor, con la inmensa ventaja de que diluye el oxígeno del aire al convertirse en vapor, para aumentar su efectividad hay que aplicarla como un fino spray (rocío). Posee también desventajas: se congela abajo de 0 °C, posee muy baja viscosidad y alta tensión superficial, lo que hace que se extienda peligrosamente.

Para evitar su congelamiento se le agrega CaCl_2 , y el óptimo modo de disminuir su tensión superficial es adicionándole algún detergente, se suele adicionar en ocasiones polímeros orgánicos para aumentar su poder de adhesión.

Por último es inútil insistir su inutilidad total en incendios que involucren electricidad.

— gases comprimidos

Son gases inertes usados para diluir la concentración de oxígeno atmosférico que alimenta a los incendios clase A o B; el de uso más extendido es el CO_2 debido a sus múltiples ventajas: bajo costo, limpio, no deja residuos, puede usarse alrededor de equipo eléctrico, y posee un fuerte efecto en-

friador, pero tiene el inconveniente de ser tóxico (asfixiante), aparte de la pobreza de su poder de extinción; no es recomendable usarlo en áreas muy ocupadas.

----- Polvos Químicos Secos

Ampliamente usados, tenemos por ejemplo KHCO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, K_2SO_4 , KCl etc. finamente pulverizados y secos, sofocan las flamas casi instantaneamente debido a la inhibición de la cadena de reacción, no enfrían el área afectada; usualmente para enfriar una vez sofocadas las flamas se usa agua; los polvos de carbonato de sodio o carbonato de potasio son excelentes para fuegos clase B y C, particularmente efectivos para fuego con grasas o aceites, pues saponifican previniendo la ignición, a este propósito el fosfato monosódico también es muy efectivo.

----- Halones

Se usan los derivados del metano, más densos que el aire, ejemplos de estos compuestos halogenados incluyen: CF_2BrCl , como líquido y CF_3Br como gas, ambos son inestables al calor, formando radicales que suspenden el proceso de ignición, manejados con las precauciones debidas son limpios y seguros.

2.9.)- EXTINGUIDORES

Los extinguidores son los dispositivos más empleados para combatir el fuego son dispositivos sencillos, pero cuyo uso se debe conocer, pues en alguna ocasión es imprescindible. Normalmente son pesados (15 a 20 Kg), por lo que hay que tener un entrenamiento o sesión de práctica previa; además es muy importante que se recarguen inmediatamente después de usarlos, los extinguidores de uso en un laboratorio químico son normalmente portátiles; de ellos hay dos clases:

----- Portátiles de Presión Almacenada

En estos el gas expelente y el agente extinguidor se hallan juntos en un solo

contenedor , la descarga se controla por medio de la palanca de la válvula, _
usualmente se hallan equipados con un manometro.

A).- Extinguidor de agua

Mostrado en la figura (7), es usado solo para fuego de clase A, con ca-
pacidades usualmente de 10 litros, normalmente se le adiciona CaCl_2 para pre-
venir problemas por congelamiento, es conveniente que para operarlos se siga_
esta secuencia:

- I).- quitar el anillo del seguro
- II).- apretar la palanca de operación
- III).- sostener firmemente , dirigiendo el chorro de agua hacia la base de las
llamas directamente, el alcance horizontal del chorro es normalmente de 10 m.
- IV).- recargas INMEDIATAMENTE después de usar.

B).- Extinguidor de polvo químico seco

Mostrado en la figura (7) puede usarse para fuegos clase A y B, aún C _
dependiendo del agente usado, tienen capacidades variables usandose donde la _
probabilidad de incendios es más baja. Para operar:

- I).- remover el anillo del seguro
- II).- remover la manguera del sujetador
- III).- apretar la palanca de la válvula
- IV).- dirigir el chorro a la base de las llamas, con un movimiento de barri-
do lateral
- V).- recargar después de usar. El alcance de estos extinguidores es de unos
1.5-6 metros.

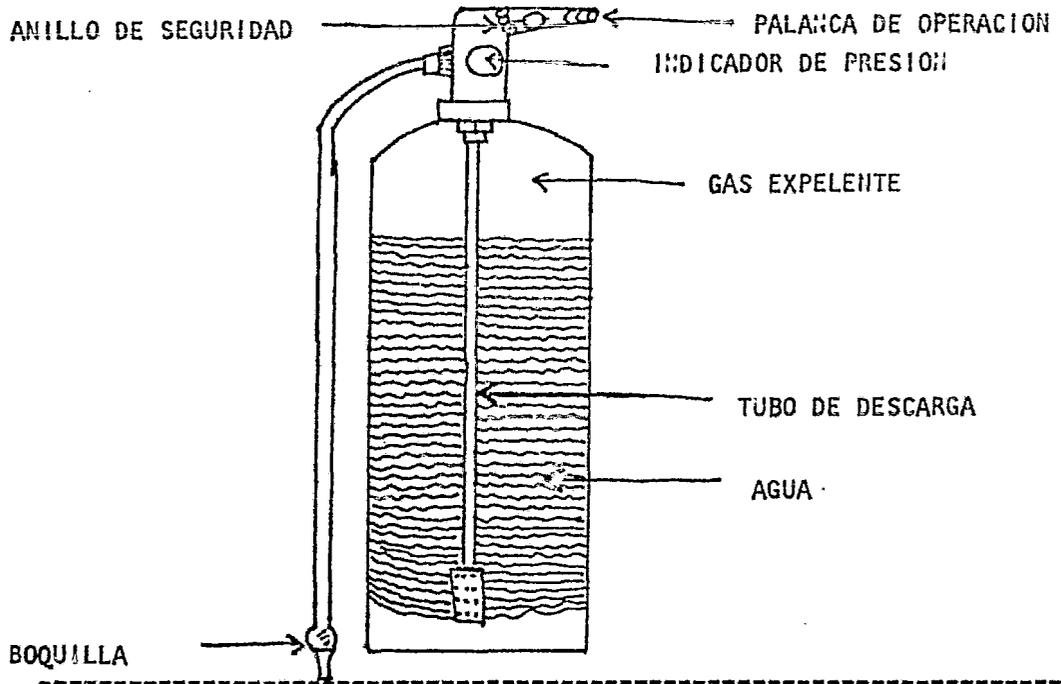
C).- Extinguidor de CO_2

Mostrado en la figura (8) se usa en fuegos B y C, en estos el gas expe-
lente es también el agente extinguidor, para operarlos como en los casos ante-
riores seguir estas indicaciones:

- I).- remover el seguro
- II).- remover el "cuerno" del sujetador, para operarlos estar seguros de que
se sostiene por la sección aislada, pues la descarga es tan fría que se torna_
peligrosa, hay que tener cuidado de que no alcance en especial la cara.
- III).- apretar la palanca y dirigir el chorro a la base de las flamas, usan-
do un movimiento circular.

FIGURA 7

* EXTINGUIDOR DE AGUA *



* EXTINGUIDOR DE POLVO QUIMICO SECO *

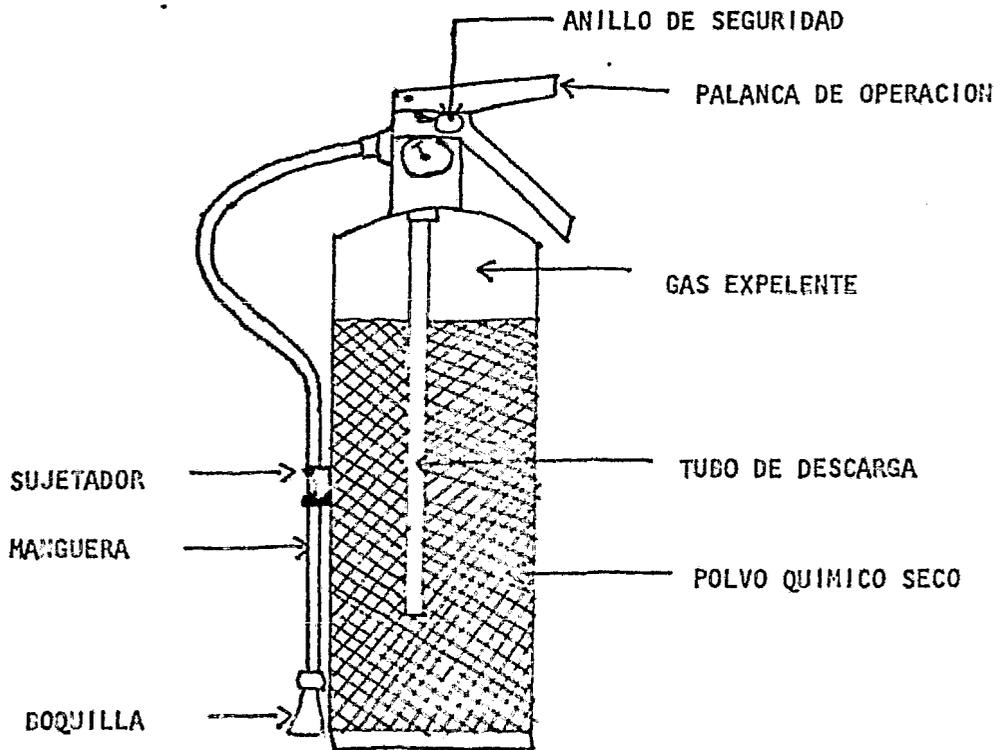
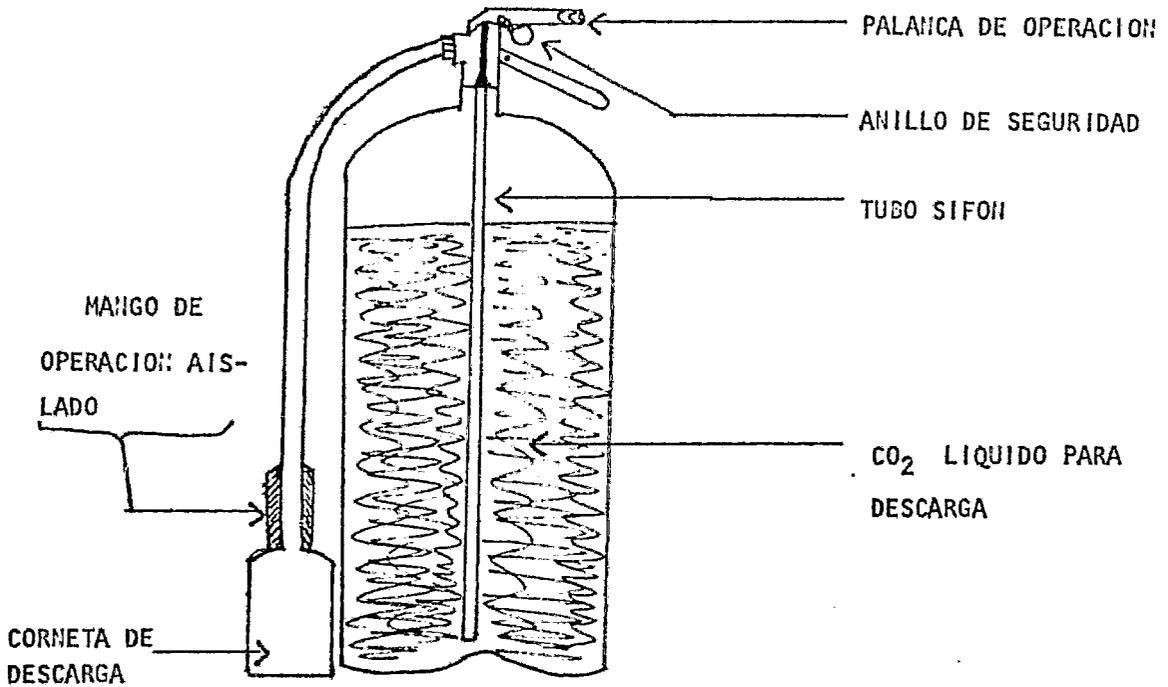
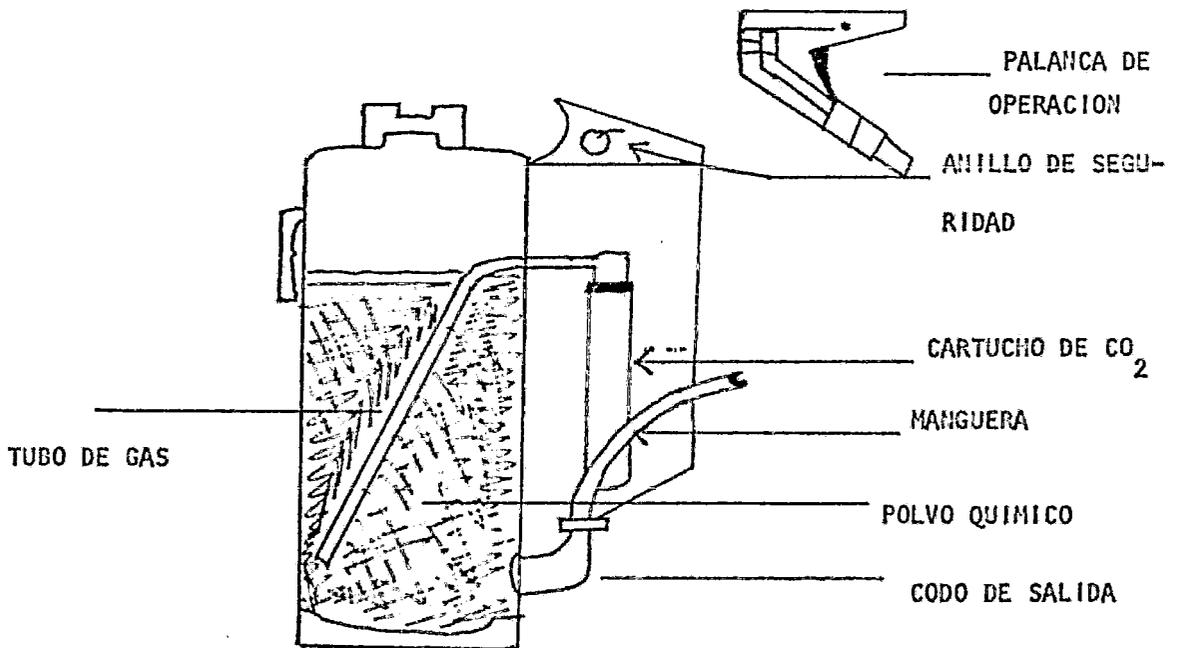


FIGURA 8

* EXTINGUIDOR DE DIOXIDO DE CARBONO *



* EXTINGUIDOR PORTATIL DE CARTUCHO DE PRESION *



PORTATILES DE CARTUCHO DE PRESION.

En estos el gas repelente se halla en un contenedor aparte, y se activa inyectando el gas expelente en la cámara principal, la cual contiene también el agente extinguidor; la descarga se controla por una válvula colocada al final de la manguera, la condición de estos extinguidores se controla por el peso, pueden usarse en cualquier clase de fuego y su uso es frecuente.

Para operarlos, los pasos básicos son parecidos:

- I).- Remover el seguro y quitar la palanca.
- II).- Empujar hacia abajo la palanca del compartimiento de gas expelente, para que penetre al compartimiento (a).
- III).- Apretar la palanca operadora de la boquilla y dirigir el chorro de polvo a la base de la llama; todos los extinguidores de este tipo son de polvo químico seco, la figura(8) muestra su estructura básica.

2.10).- EVALUACION DE LOS EXTINGUIDORES

Todos indican claramente la clase de incendio para la cual fueron diseñados y contruidos, hay una regulación muy cuidadosa al respecto, de manera similar el fabricante indica claramente las condiciones de operación, velocidades de uso y cualquier otra indicación para el manejo y aprovechamiento óptimo del extinguidor, por lo que se han de seguir fielmente. Es muy importante también el saber usarlos adecuadamente, es razonable que todo curso de seguridad en el laboratorio químico, deberá proporcionar entrenamiento sobre el manejo de tales dispositivos, de modo que el personal que labora en el recinto del laboratorio sepa usarlos en caso necesario. El extinguidor que sea más adecuado al laboratorio, deberá elegirse en base al riesgo más común de incendios que hayan ocurrido, el tipo de substancias almacenadas, las características propias del laboratorio, y muy importante; tomar la asesoría debida.

2.11).- MANTENIMIENTO Y LOCALIZACION

El equipo debe chequearse periódicamente, y siempre que se use avisar de inmediato, un extinguidor que se ha usado nunca debe colocarse en su lugar sin haberlo recargado, si es necesario reemplazarlo por uno nuevo ; debe atenderse de inmediato a la tarea de poner todo en orden.

Es muy importante seguir un método ordenado para mantener en buen estado los extinguidores, de modo que en cualquier contingencia estén en perfectas condiciones, para ello se recomienda seguir esta secuencia:

- I).- Los extinguidores deben mantenerse en perfectas condiciones, chequeándose periódicamente, preferentemente por el departamento de bomberos.
- II).- Si se usa no retornarlo a su lugar sin antes revisarlo y/o recargarlo, puede necesitarse muy pronto de nuevo.
- III).- Marcar que tipo de fuego es el que se debe combatir con determinado tipo de extinguidor, esta indicación deberá ostentarse con claridad.

Siguiendo estas indicaciones se tendrán el equipo de extinción de incendios en perfectas condiciones, y su utilización correcta evitará una conflagración de proporciones mayores, tanto el personal administrativo, intendente, el alumnado y los profesores de cualquier nivel; todos deberán conocer las técnicas esenciales de combate de fuego, y saber utilizar los elementos necesarios para combatirlo con éxito.

2.12).- EVACUACION DE UN AREA ACCIDENTADA.

Dado el caso de que ocurra una conflagración, es de la mayor importancia el desalojo del área afectada con el mínimo de accidentes.

Ante todo el personal debe conservar la calma en un evento de naturaleza imprevista, como lo demuestra la experiencia, la mayor parte de los accidentes se agravan por no conservar la calma, el desalojo debe ser rápido y seguro.

Si la situación llega a ser de gravedad, y no puede controlarse por los

recursos de que se dispone en el local se hará imprescindible llamar por ayuda profesional, tal como el Cuerpo de Bomberos, a fin de evitar desgracias personales, y mayor daño a las instalaciones. Aquí es muy necesario recalcar la importancia de conocer de que ayudas se dispone fuera de las del laboratorio, se recomienda que los números telefónicos del Cuerpo de Bomberos o del personal de Intendencia, en fin; sean exhibidos en un sitio fijo, para que todo mundo en un momento dado, conozca que hacer con RAPIDEZ y que ayuda puede recibir del exterior. Pero ante todo CONSERVAR LA CALMA, una vez hecho esto puede procederse a tomar las medidas de urgencia.

Para abandonar el laboratorio, hacerlo con todo orden, cada quien deberá apresurarse sin obstaculizar los movimientos de los demás, conocer y usar las salidas de emergencia, corredores, pasillos, escaleras de emergencia etc., todos los conductos que ofrezcan la mejor protección, alejarse de puertas u objetos de vidrio (con el calor puede proyectarse), si se generan gases o vapores peligrosos, usar una mascarilla, o en su caso un pañuelo húmedo sobre la boca y nariz, y alejarse con la mayor premura posible de la fuente de emisión. Después de desalojar el área, correr con naturalidad, sin imbuir pánico, y avisar a los ocupantes de áreas contiguas.

Al solicitar ayuda profesional informar rápida y concisamente en que consiste el accidente, en el caso del fuego, informar con precisión que material es el que se encuentra ardiendo, su cantidad aproximada, disposición en que se halla (almacén subterráneo, en un-piso superior, muy apilado etc.) y las medidas que se han tomado para combatirlo, igualmente es muy importante especificar si se requiere ayuda médica. Las indicaciones y señalización deben ostentarse como parte integrante de la construcción y deben seguirse fielmente.

El incendio debe confinarse a la menor área posible, a fin de evacuar el área accidentada con mayor seguridad, evitando mayores daños a la instalación. Siempre que se pueda remover lejos de la conflagración los contenedores

de sustancias flamables, así como tanques de oxígeno, cloro etc. etc., pues esto constituirá una mayor probabilidad de aumentar los efectos de la conflagración. Pero una cosa ha de tenerse siempre en cuenta: al momento que se tenga una situación fuera de control recurrir de inmediato a la ayuda profesional; si hubiera necesidad de rescatar o auxiliar a una persona accidentada ya se indica en el capítulo de primeros auxilios (cap 5) ; la forma en que se debe proceder, auxiliar a una persona requiere de la mayor celeridad y conocimientos suficientes para saber como actuar sin causar daños al herido, en el caso de fuego, es muy probable que ocurran casos de asfixia, en este caso la persona que ha recibido el daño ha de transportarse con suma rapidez a un sitio donde pueda respirar aire fresco; si es posible colocarle de inmediato una mascarilla de oxígeno, si no es posible, colocarle una frazada o trapo húmedo sobre la boca y nariz; una parte importante del éxito de las maniobras consiste en alejar a los curiosos; todo mundo ha de retirarse permaneciendo sólo las personas que pueden ofrecer alguna ayuda para minimizar los efectos de la conflagración.

2.13).- DISEÑO DE LABORATORIOS QUIMICOS

Este es un problema que atañe a un ingeniero civil o arquitecto principalmente; pero de cualquier modo es imprescindible la opinión de un ingeniero químico o del profesional químico; este posee los conocimientos necesarios para que su opinión sea de peso suficiente a fin de que el diseño y construcción del laboratorio esten en concordancia con su opinión y sugerencias.

Dado que el riesgo más frecuente que se tendrá es el de un incendio, el edificio del laboratorio estará construido de materiales resistentes a él, sobre todo los elementos estructurales tales como: trabes, columnas etc. etc. se infiere de ello que el químico deber aportar su opinión y supervisar la fase de construcción o diseño del laboratorio.

Lo deberá escatimarse recursos al hecho de destinar una parte impor-

tante del área construida, para destino de corredores , salidas de emergencia escaleras contra incendio, etc. que siempre resultarán indispensables en el caso de evacuar una area accidentada.

Un aspecto muy importante y con frecuencia descuidado, es el no poseer un adecuado programa de mantenimiento de las áreas destinadas a ofrecer protección en caso de accidente, así es que muchas salidas de emergencia, escaleras contra incendio etc. se encuentran bloqueadas, deterioradas o se usan con fines muy distintos, siendo que en toda ocasión deberán estar estas estructuras, despejadas y en buen estado para que en caso de accidente ofrezcan toda la seguridad que se espera.

De igual manera ha de vigilarse todo el tiempo que las señales e indicaciones gráficas, como su nombre lo señala INDICAN exactamente lo que debe o no debe hacerse, la disposición de las cosas, caminos o salidas, accesos; en fin toda la información necesaria para tener los máximos estándares de seguridad., cuidando de que nadie cambie o dañe dichas señales., al respecto la señalización deberá hacerse de acuerdo a los estándares que señalan entre otras la American Chemical Society.

CAPITULO 3

EXPLOSIONES

Una explosión es una reacción química extremadamente rápida, de carácter exotérmico, que involucra el desprendimiento de un gran volumen de gases en expansión, puede ocurrir en fracciones de segundo. Gran número de reacciones pueden ocurrir con explosión, pero las oxidaciones son las más comunes para presentar este fenómeno, la mezcla de sustancias oxidantes y oxidables es la más viable a presentar tendencia a la explosión (por ejemplo el CS_2 aun en concentraciones de 1 parte en 100 de aire puede explotar).

Las explosiones también pueden presentarse en reacciones de ruptura de enlaces débiles en compuestos sensibles, en una reacción donde se generan muchos intermediarios, y en reacciones cuya velocidad es sensiblemente alta. De ello se desprende la importancia de consultar un manual o fuente de información adecuada ANTES de efectuar una reacción en el laboratorio, a fin de tener toda la información necesaria para que esta transcurra sin riesgos. El profesionalista químico debe conocer aquellos grupos funcionales potencialmente explosivos, así como algunas reacciones genéricas clasificadas como explosivas, las explosiones según su tipo se agrupan en dos grandes clasificaciones (para fines de laboratorio).

1).- EXPLOSIONES POR SUSTANCIAS QUIMICAS

2).- EXPLOSIONES POR FALLA DE EQUIPO (ALTAS O BAJAS PRESIONES)

3.2.- EXPLOSIONES POR SUSTANCIAS QUIMICAS.

Como se explicó al principio muchas sustancias químicas poseen grupos funcionales que se clasifican como explosivos; un químico indudablemente debe conocerlos; Steere (15) (16); señala grupos de tales sustancias que presentan riesgo de explosión, entre ellas destacan las oxidantes, en general es conveniente conocer cuales grupos funcionales son de características explosivas por cualquier mecanismo: combustión rápida o detonación. Entre dichos grupos tenemos al

de las azidas (N_3), los compuestos diazo ($-N=N-$), diazonio ($-N_2 + X^-$); nitro: (NO_2^-); nitroso ($-NO$), nitrito (ONO_2^-); nitrato (ONO_2^-); fulminato ($-ONC$); peróxido ($-O-O-$), perácido ($-CO_2H$); hidroperóxido ($-O-O-H$); ozonido (O_3); N-haloamino ($-N \begin{matrix} Cl \\ \diagdown \\ X \end{matrix}$); óxido de amina ($\equiv NO$); hipohalito ($-OX$), cloratos ($-ClO_3$), perclorato (ClO_4), y los acetiluros de metales pesados ($-C \equiv CM$).

Algunos son explosivos de mayor grado que otros, pero en general todos presentan características de explosividad.

Las sustancias explosivas no deberán sujetarse a fricción, que es una causa común de accidentes, por ejemplo; no almacenarlas en frascos con tapones de rosca o contenedores con salida por la parte inferior, asimismo mantener alejadas de estas sustancias de tapones o agitadores, muchos compuestos que contienen altas proporciones de oxidantes y oxidables se conservan mejor si están aislados. Es conveniente anotar que muchas sustancias que ya se han tratado en el capítulo de fuego, y que también involucran riesgo de explosión no se repetirán aquí, pudiéndose consultar dicho capítulo para alguna aclaración, tal es el caso de los disolventes flamables y algunos sólidos también flamables.

Se subraya que muchas de las precauciones adoptadas en el caso de las sustancias flamables, son válidas cuando se trata de evitar riesgos de explosión; es conveniente de cualquier modo saber que muchos disolventes flamables cuando alcanzan cierta proporción con el aire (en forma de vapor naturalmente) forman mezclas explosivas, que con el estímulo adecuado pueden ocasionar graves percances; de ello se infiere que es necesario, se diría INDISPENSABLE el conocer cuales de los disolventes más comunes en el laboratorio y en que proporción resultan un riesgo de explosión al combinarse con el aire, la tabla 2 nos indica las concentraciones límite para varios disolventes comunes en el laboratorio.

Las sustancias flamables, por regla general, forman mezclas explosivas

con el aire a concentraciones 1 o más veces mayores que las del límite superior de flamabilidad, de manera que tales concentraciones nunca se deberán alcanzar en el laboratorio, esto puede lograrse en parte evitando dejar abiertos los recipientes contenedores de líquidos flamables volátiles, y procurando en lo posible trabajar con el mínimo de sustancias riesgosas en el desarrollo de una reacción.

Si se sospecha que se han alcanzado concentraciones peligrosas, es indispensable mantener alejadas del área todas las potenciales fuentes de ignición, cuando se trata de mezclas la velocidad de reacción dependerá de la composición, alcanzando un valor máximo para unas determinadas proporciones.

Es indispensable el contar con una ventilación adecuada a fin de que los vapores peligrosos, potencialmente explosivos, se encuentren en todo momento en las proporciones seguras y confinados en el lugar adecuado; los líquidos flamables cuyo flash-point esté sobre la máxima temperatura de verano (temperatura ambiente), no tienden a formar mezclas explosivas con el aire si se toman ciertas precauciones, y existe una ventilación adecuada; los líquidos con flash-point inferiores si tienden a formar mezclas explosivas que pueden llegar a ser muy peligrosas y requerirán ventilación mecánica.

La cantidad de aire intercambiado que se requiere para evitar explosiones depende de la velocidad a la cual se generen los vapores riesgosos; así como la habilidad de estos para formar mezclas explosivas, en la tabla 5 se indican algunos datos sobre el poder explosivo de algunos disolventes comunes; se ha de poner especial atención en los vapores que son más pesados que el aire dado que éstos se pueden acumular en el piso o lugares bajos o poco accesibles y causar un accidente serio, ya que pueden acumularse en la cantidad suficiente, de ello se desprende que la ventilación ha de asegurar que los lugares bajos permanezcan libres de acumulación de vapores peligrosos, durante todo el tiempo en que se generen vapores explosivos debe funcionar adecuadamente el sistema de ventilación mecánica; sería altamente deseable que se contara con indicadores de vapores peligrosos, dado que algunos sistemas cuentan con detectores especiales para dar la alarma cuando se excede la concentración máxima permisible; algunas reacciones muy peligrosas lo requerirán casi con carácter de indispensable.

La ventilación mecánica deberá ayudarse y complementarse con la ventilación natural, a continuación se analizará un tipo de sustancias que por ser muy comunes en muchos procesos de laboratorio merecen una explicación aparte, bien sea no muy detallada; se trata de los PEROXIDOS, sustancias altamente

explosivas por lo general casi todas, y que requieren de mucho cuidado en su manejo y utilización.

— PEROXIDOS

El eter etílico, isopropílico, dioxano, tetrahidrofurano y muchos otros éteres en especial, tienden a absorber y reaccionar con el oxígeno del aire para así formar unos compuestos muy inestables y explosivos llamados: peróxidos; estos pueden detonar con gran violencia cuando llegan a una cierta proporción; o bien pueden combinarse con otras sustancias para dar una mezcla detonable cuando se le somete a tratamiento térmico, fricción, choque o algún otro estímulo accidental. Peroxidos formados por autooxidación pueden ser la causa de accidentes muy serios, y una operación tan simple como destilar o quitar un tapon de rosca de un frasco que los contenga, puede ocasionar un accidente que aún llega a ser MORTAL.

Una acción apropiada para prevenir accidentes con tales sustancias, depende del conocimiento acerca de la formación, detección y remoción de los peróxidos, y de su manejo adecuado, además de desechar con toda precaución las porciones que definitivamente ya no se usarán más.

— Formación de Peróxidos

Los peróxidos pueden formarse aún en el eter recientemente destilado, en un periodo inferior a las dos semanas, Jackson (17); reporta que en el THF, es posible la formación de peróxidos a los 3 días, y en el éter etílico a los 8., la exposición al aire, tanto como el hecho de abrir el recipiente contenedor aceleran la formación de estos compuestos; el efecto que tiene sobre el particular la luz solar aún no es bien conocido, pero se tiene la certeza de que causa la aceleración en formación de peróxidos. La baja temperatura no parece que

disminuya drásticamente la incidencia de explosiones, ya que el flash-point del éter etílico es de -45°C , y pueden ocurrir explosiones dentro del refrigerador. El tiempo de almacenamiento de los éteres, ocasiona un incremento de 0.5 ppm. a 5 ppm. en forma de H_2O_2 , para un tiempo de 2 meses y un recipiente de estaño, en aproximadamente dos meses, y de casi año y medio para uno de vidrio; esto para el éter etílico, al usarse un contenedor de aluminio el tiempo promedio fue de dos meses, igualmente se reporta que la proporción de peróxidos no se incrementa notablemente por temperaturas hasta de 11°C arriba de la temperatura ambiente, particularmente en éteres pero también en algunos hidrocarburos aromáticos, es notable en un principio la formación de alquilhidroperóxidos los que posteriormente se convierten en otros productos peróxídicos, se reporta abundantemente en la literatura la capacidad de auto-oxidación del éter etílico, problema que también se presenta; bien sea en menor grado; en el éter isopropílico.

— Detección y Estimación de Peróxidos.

Cantidades apreciables de sólidos cristalinos se reportan como fuerte evidencia de la formación de peróxidos, que también resultan muy evidentes por la aparición de un líquido viscoso amarillento en el fondo de los recipientes, la evidencia de estos hechos es un indicativo de que se deberán extremar las precauciones al manejar dicho disolvente.

Existen varios métodos para detestar y evaluar la concentración de peróxidos, puesto que caen dentro del campo de la química analítica y no se tratarán aquí. En forma práctica si a una solución de 9 ml. de éter etílico se agita con 1 ml. de solución saturada de KI dejándose reposar por 1 o 2 minutos y se adquiere una coloración, el éter debe descartarse ya que tiene una alta proporción de peróxidos; de cualquier modo los varios métodos existentes para detectar peróxidos en éteres se pueden consultar en un libro de análisis

cualitativo orgánico.

Sin embargo es importante que el personal de laboratorio conozca los compuestos que son estructuras peroxidables y pueden representar riesgo de explosión, a continuación se presenta una lista breve de los 3 tipos de compuestos que forman peróxidos estando en orden creciente de capacidad de formación de éstos, y por ende de peligrosidad potencial.

—— Compuestos Peroxidables

a).- Deben marcarse con una etiqueta roja, ya que el riesgo de explosión es muy elevado, la clase de compuestos que incluye entre otros: eter isipropílico, divinilacetileno, cloruro de vinilbenceno, etc.

b).- Deben ostentar etiqueta amarilla las siguientes sustancias, puesto que su concentración de peróxidos aumenta con el tiempo; entre otros se encuentran: eter etílico, tetrahidrofurano, tetralina, dioxano, acetal, etilen-glicol, etc.

c).- Los peróxidos iniciados por polimerización representan también un riesgo no desdeñable, entre otras sustancias se encuentran: metil-metacrilato, estireno, acrilonitrilo, vinil-acetileno, acetato de vinilo, cloropreno butadieno, etc.

—— INHIBICION DE PEROXIDOS

Esta es una medida de prevención, lo más razonable para evitar que ocurra un accidente serio, no hay método para evitar o inhibir la formación de estos compuestos; el mantenerlos bajo una atmosfera inerte contribuye en forma notable a evitarlos. Se han usado algunas sustancias para estabilizar los éteres e inhibir la formación de peróxidos, entre estas se incluyen la adición de 0.001 % de hidroquinona o difenilamina, polihidroxifenoles, aminofenoles y arilaminas, la adición de 0.001 % de pirogalol por cada 100 ml. de eter se sabe que

previene la formación de peróxidos por un período de hasta 2 años, el agua no evita su formación ni mucho menos trazas de metales, en el caso del éter etílico el hierro actúa como inhibidor, de la misma forma que la adición de pequeñas cantidades de cloruro estánico o sulfato ferroso, inhiben formación de peróxidos en el dioxano; algunas quinonas (estilbenquinonas) incluso se han patentado como inhibidores de formación de peróxidos.

PROCEDIMIENTOS DE MANEJO

Almacenamiento.- Todos los compuestos peroxidables se deben almacenar lejos del calor y la luz, así como proteger los recipientes de daños físicos y fuentes de ignición, para los líquidos incluidos en a y b son preferibles los recipientes metálicos, siendo importantísimo protegerlos de la luz solar directa especial atención han de merecer los recipientes en lo relativo a que deben cerrar hermeticamente, es altamente aconsejable llenar el espacio vacío con algún gas inerte como el nitrógeno o argón.

Los materiales que forman con mayor facilidad peróxidos tales como los de la lista A, deben evaluarse cada 3 meses al menos, a fin de saber que cantidad de peróxido se ha acumulado, sobre todo después de abierto el recipiente y con un verdadero criterio de seguridad, decidir si se va a eliminar dicho recipiente. Los materiales de la lista b y c no deben almacenarse por más de 12 meses después de que se ha abierto el recipiente, y han de efectuarse pruebas para asegurarse que al cabo de ese tiempo no se ha excedido peligrosamente la concentración de peróxidos, el químico en base a este análisis, decidirá si se elimina o continúa almacenándose.

Para las sustancias de la lista b y c, sería deseable retenerlas si dan un resultado insignificante en la prueba de detección de peróxidos, tratando de removerlos casi totalmente y re-embotellar marcando cuidadosamente la fecha en que se realizó esta operación. Los monómeros de vinilo si se usan en cantidades mayores de 500 g., no deberán almacenarse por más de 24 horas, si la can-

tidad se excede habrá que adicionar algún inhibidor y es más recomendable almacenarlos bajo aire que bajo nitrógeno. Al remover sustancias peroxidables que requieran almacenarse en cilindros hay que asegurarse que estos se mantengan libres de aire, ciertos sólidos o líquidos peroxidables de alto punto de ebullición pueden estar exentos de las reglas arriba indicadas; entre ellos estarían surfactantes o plastificantes conteniendo grupos polieter, se recomienda que aun aquellos que tengan un punto de ebullición de 300 °C más o menos se manejen con cuidado, pues las impurezas los pueden tornar muy peligrosos.

REMOCIÓN DE PEROXIDOS

Para esta operación importante por el aspecto seguridad y el aspecto de economía se usan varios reactivos que incluyen: sulfito de sodio, bisulfito de sodio, cloruro estanoso, tetrahidrocalanato de litio (¡precaución este último es un sólido muy flamable!), zinc y ácido acético, así como sodio y alcohol, permanganato de potasio, hidróxido de plata y dióxido de plomo.

La descomposición de peróxidos en eter por FeSO_4 es un método muy comúnmente usado para removerlos, se usa la solución formada por FeSO_4 en solución acuosa al 30-40 % adicionando una quinta parte en volumen de solución por volumen de eter, si ya existe una alta concentración de peróxido la reacción es vigorosa. La reducción de peróxidos de alquilideno o dialquilo es más difícil, pero empleando sulfato de zinc (reducción con zinc), disuelto en ácido acético, o en solución de sodio en alcohol, pueden obtenerse resultados satisfactorios.

La remoción de peróxidos también se completa con éxito después de adicionar una parte de NaOH al 23 % por cada 10 partes de eter y agitando por 30 minutos, en tanto que la adición de cloroformo a THF inhibe pero no reduce la formación de peróxidos hasta por 7 días, en este caso no adicionar solución de NaOH pues la reacción sería muy violenta, un método simple para remoción de peróxidos en éteres que no necesita destilación, consiste en perclorar el disolvente a través de una columna de Dowex-1 (marca registrada), o bien de una

de alumina, la cual también elimina las trazas de agua, columnas de este tipo sirven para los eteres lineales comunes y para algunos cíclicos (THF, decalina, etc.), así como para algunos disolventes de peso molecular bajo; el hidróxido ceroso es muy adecuado para liberar el eter de peróxidos y poder separar el residuo; en efecto; al reaccionar forma sólidos insolubles que pueden separarse por filtración o decantación, además posee una excelente capacidad para neutralizar dichos peróxidos.

— ETIQUETADO

Los materiales enlistados en a, b y c como casi cualquier otro que sea peroxidable debe estar correctamente marcado con una etiqueta en la que conste el nombre del material de que se trata, la fecha en que se recibió y la fecha en que se abrió el recipiente; la etiqueta estará fija en el contenedor y si es posible por duplicado en otra parte, esto es para el material recibido del exterior, para las sustancias sintetizadas en el laboratorio, quien las haya preparado se responsabilizará de esto, es recomendable usar etiquetas de papel muy resistente, los reglamentos de seguridad indican que las letras deben ser amarillas sobre fondo rojo, incluyendo una leyenda en el angulo inferior izquierdo que diga "descartar en x meses", con la fecha en que se abrió el envase, para los materiales de la lista c se incluirá la leyenda: "descartar el resto en 12 meses", a partir del día que se abrió el recipiente.

— INVENTARIO: se hace muy necesario en esta clase de sustancias que el encargado del laboratorio o el almacenista lleven un inventario actualizado de las sustancias peroxidables, descartando las que representen un riesgo a la seguridad, procurando llevarlo a cabo cada 3 meses.

DESTILACIONES.- Antes de destilar o evaporar algun material de a o b, hay que efectuar la prueba de peróxidos, y para las sustancias enlistadas en c,

hay que agregar inhibidor, algunos procedimientos fáciles de detección de peróxidos, como ya se indicó antes, se pueden consultar en un libro de análisis químico, a continuación se indican 2 muy sencillos; ambos se basan en la reducción de yoduro a yodo por el peróxido:

a).- agregue a unos ml. del material a probarse un volumen igual de ácido acético glacial al cual se le ban agregando unos 100 mg. de cristales de yoduro de sodio o potasio, la aparición de un color amarillo indica una baja concentración de peróxido en tanto que un color café indica que la concentración de estos es ya peligrosa.

b).- agregue 10 ml. de una solución recientemente preparada de KI al 10% alcoholica a 10 ml. del liquido que se va a probar, en un tubo de ensaye de vidrio incoloro protegido de la luz solar directa, el color amarillo (o café si es muy alta) indicará la prescencia de peróxidos.

Para las pruebas con yodo la regla básica es: un color amarillo indica una concentración de peróxido no peligrosa, un color amarillo intenso o café es indicio de una situación muy peligrosa de explosión, adoptando las precauciones anteriores se evitarán los accidentes de consecuencias serias. Los peróxidos que se han analizado son los resultantes de procesos ocurridos en éteres o disolventes orgánicos, pero existen otros que se analizarán brevemente.

— PEROXIDO DE BARIO).- No es explosivo en sí, pero en contacto con material combustible húmedo puede causar una combustión tan violentamente rápida que se clasifica como explosión, ha de almacenarse siempre en lugares secos.

— PEROXIDO DE SODIO.- Se torna explosivo cuando contiene impurezas o bien cuando no se siguen escrupulosamente los procedimientos analíticos que su uso recomienda.

— ACIDO PERACETICO).- Formado por la autooxidación del acetaldehído, este ácido se descompone con la misma velocidad con que se forma, en condiciones normales, pero al elevarse la temperatura se incrementa su concentración y po-

dría se causa de explosión violenta.

COMPUESTOS ORGANICOS DE NITROGENO

Los compuestos explosivos son comunes en el laboratorio químico, y es necesario saber cuales son altamente explosivos.

Ocasionalmente materiales tales como TNT, pólvora, dinamita y ácido pícrico pueden encontrarse ahí por lo que se habrán de adoptar las medidas precautorias necesarias, tales precauciones se indican someramente al final del capítulo, brevemente son: no someterlas a fricción, no golpearlas, no colocarlas en sitios de alta temperatura o donde se genere ruido intenso, especial cuidado hay que tener con el acetato de celulosa, ya que al arder despiden materiales muy tóxicos.

POLIMERIZACIONES

Puesto que la mayoría de las polimerizaciones son exotérmicas, puede resultar que haya explosiones espontáneas, por lo que se deberán adoptar precauciones especiales, como no almacenar sustancias polimerizables en lugares donde incida la luz solar directa, ni tampoco en grandes cantidades sin inhibidor.

OXIGENO Y AIRE LIQUIDOS

Cuando el oxígeno o el aire líquidos se mezclan con una cantidad muy pequeña de algún hidrocarburo, ocurre una explosión muy violenta basta que los vapores toquen la superficie del líquido criogénico para que se verifique la reacción, si se van a efectuar operaciones con estos líquidos las precauciones se deberán extremar, ya que el riesgo de explosión se incrementa, hay que usar el equipo adecuado a tal propósito (ver en el capítulo Reglas Básicas de Seguridad, lo relativo a líquidos criogénicos). De lo anterior se infiere que nunca habrá hidrocarburos ni sus vapores cerca del sitio donde haya líquidos criogénicos.

— SODIO Y POTASIO METALICOS

Estos como los hidrocarburos metálicos explotan con violencia al entrar en contacto con agua, la explosión se debe a la generación de gran cantidad de calor que junto con el desprendimiento de hidrogeno genera una combustión instantánea y debido a su violencia, se considera como una explosión; de lo anterior puede inferirse que los pedacitos de desecho de Na o K usados en muchas reacciones o procesos no han de arrojarse en un recipiente de desperdicios ni en el drenaje, se deben colocar en alcohol (de preferencia de alto punto de ebullición) tal como propanol o n-butanol, y eliminarse bajo adecuada supervisión, JAMAS permitir el contacto con agua, ni siquiera con humedad.

— CARBURO DE CALCIO

Reacciona con el agua formando acetileno el cual arde con violencia y puede explotar, hay que mantener también alejado aun de trazas de humedad a este compuesto.

También a pesar de no ser muy común la reacción que involucra fulminato de plata, tambien se deben tomar precauciones y trabajar con la menor cantidad posible; en las reacciones en donde interviene el ion plata y amoniaco acuoso, desde hace tiempo se sabe que tales reacciones pueden resultar en la formación de un explosivo super sensitivo: el fulminato de plata, los estudiantes deberán tener conocimiento de esto (naturalmente que los asesores también), teniendo mucho cuidado de desechar tales soluciones tan pronto se pueda, haciendolas reaccionar con HNO_3 al 10 %.

— ANHIDRIDO ACETICO Y BROMO

Causa de muchos accidentes por explosión es el anhídrido acético , cuya preparación en solución requiere de medidas de seguridad.

Para preparar la solución es mucho más seguro tomar acido acético glacial

pero tambien puede emplearse anhídrido acético, la reacción es muy exotérmica por lo cual han de emplearse botellas de vidrio con el suficiente grosor y de color ámbar, durante la preparación la solución tiene que agitarse suavemente, ya que una agitación violenta puede originar una reacción muy violenta; se hace hincapié en que la botella debe ser gruesa dado que se han ocasionado muchos accidentes en que una botella de paredes delgadas no resiste y se proyecta peligrosamente, una medida muy práctica es no abandonar el frasco en tanto se prepara la solución y HASTA que la reacción exotérmica haya terminado, si se abandona el frasco sobre una mesa del laboratorio a los pocos instantes de comenzar a agitar la reacción puede ser tan violenta que estalle el frasco; se recomienda usar botellas que resistan al menos presiones de 5 atmósferas, las de vidrio delgado en definitiva han de descartarse para este propósito, enfriando cuando la temperatura llegue a un valor peligroso y usando las botellas adecuadas, se tendrá un amplio margen de seguridad al preparar esta solución tan común en el laboratorio.

———— NITROBENCENO

Debido a su uso tan extendido en el laboratorio, y a que su caracter de explosivo es de magnitud considerable, esta substancia ha de manejarse con un cuidado extremo; una medida de indiscutible valor de seguridad es no manejar sino la cantidad estrictamente indispensable, mantenerla alejada de fuentes de ignición (flamas, mecheros encendidos, estufas electricas fundionando etc.), los envases deben estar cerrados, y sobre todo trabajar pensando que se manipula una substancia muy peligrosa.

3.3 ——— EXPLOSION DE EQUIPOS

Otro riesgo de explosiones que llega a causar accidentes muy graves es el causado por la explosión de equipos; las altas o bajas presiones que se generan en muchos de ellos determinan la primera regla fundamental de seguridad en este aspecto: el equipo ha de estar siempre en perfectas condiciones, aun aquellos

aparatos para hacer el alto vacío que generalmente se descuidan en el aspecto de seguridad, siendo que pueden causar accidentes de muy lamentables consecuencias, una simple fisura en un aparato de vidrio si la presión llega a ser muy pequeña, puede ser causa de una explosión violenta.

Ello demanda que todo el instrumental y equipo en que exista el riesgo de explosión reciba el mantenimiento adecuado; mantenimiento preventivo, no mantenimiento correctivo, de modo que siempre pueda usarse con la confianza y certeza de que no habrá fallas durante su funcionamiento, en los equipos que involucran altas o bajas presiones esto es muy importante.

En cualquier aparato o dispositivo (por ejemplo el equipo Quickfit), en el que se generan vapores o humos o simplemente se eleve la temperatura, hay que disponer de un medio adecuado para desfogar la presión de los vapores o humos que se desprenden, conforme se eleva la temperatura muchas reacciones incrementan notablemente la presión sobre las paredes del equipo, situación que puede desembocar finalmente en la ruptura violenta del equipo sobre todo de vidrio.

Las conexiones también son muy importantes, el paso de un fluido por estas, sobre todo si hay una falla estructural, puede resultar asimismo en una explosión. Los autoclaves deben poseer controles adecuado a fin de que al abrirlos no se corra ningún riesgo, naturalmente que han de operarse con las especificaciones que da el fabricante, los controles generalmente se recomienda sean de control remoto, aparte de dejar transcurrir un tiempo determinado entre la operación de apagar el aparato y la de abrirlo, una pared debe proteger al operador del potencial riesgo de explosión del autoclave; se ha encontrado que una causa frecuente de accidentes por explosión es la falla de los calorímetros, de manera que estos deben tener el blindaje adecuado y encontrarse en perfectas condiciones.

3.4).- EXPLOSIONES EN EL DRENAJE

La azida de sodio es una sustancia de poco uso en el laboratorio pero al-

gunos laboratorios, sobre todo donde se usa como preservativo de soluciones isotónicas, lo tienen como substancia de uso común, aparte es una substancia que se usa como intermediario en muchas reacciones de síntesis orgánicas.

Constituye un riesgo serio de explosión cuando se arroja al drenaje, ya que puede combinarse con el plomo de la tubería formándose azida de plomo; este compuesto es muy explosivo, además es riesgo se incrementa ya que no solo la tubería de plomo resulta peligrosa, tuberías de cobre y bronce resultan con riesgo similar al formar las azidas respectivas.

El contacto prolongado de la azida de sodio con la tubería causa la formación de las azidas correspondientes que aun en muy pequeñas cantidades son muy explosivas; surge entonces la necesidad de PREVENIR el riesgo de explosión no arrojando al drenaje azida de sodio, pese a lo cómodo que resulta ser, y la creencia de que no son peligrosas cantidades pequeñas. Se ha comprobado que una dilución de azida de tan solo 0.1 N resulta ya de un peligro inminente, en los codos de la tubería es más fácil que se acumule la azida, de manera que hay que cuidar mucho el hecho de inundar con abundante agua, después de arrojar azida a la cañería, para arrastrar en la mayor medida posible la azida formada.

La azida de plomo es más sensitiva a la explosión que la nitroglicerina y un mejor detonante que el fulminato de mercurio; la azida cuprosa es aun más peligrosa, a tal grado que comercialmente no puede usarse, al friccionarse o someterse a temperaturas arriba de 95 °C, ambas pueden detonar a velocidad supersónica, con cantidades tan pequeñas como 0.025 g. la azida cuprosa es suficiente para causar la detonación de substancias altamente explosivas como: ácido pícrico, algunos tetraetilos etc.

La azida plúmbica seca es altamente sensible a la fricción, situación que puede disminuirse humedeciéndola. Si al cabo del tiempo se va acumulando, la situación se torna muy peligrosa, Wear (18); reporta que en varios laboratorios clínicos han ocurrido explosiones muy fuertes por la cantidad de explosivo que se acumula, en los sitios donde se acumula la azida, al efectuar reparaciones

se ha de tener mucho cuidado, avisando al fontanero que existe una sustancia que con la fricción o el calor puede explotar, y en base a ello tomar medidas adecuadas.

Puede ser conveniente substituir la tubería metálica por una de plástico (por ejemplo de PVC), si no puede hacerse, inmediatamente después del paso de solución de azida de sodio, enjuagar con abundante agua, evitando arrojar ácidos o soluciones acidicas al drenaje, pues la presencia de ácidos acelera el proceso de formación de azidas, y se forma también ácido hidrazoico que por si mismo es muy explosivo; a fin de minimizar los riesgos es muy aconsejable seguir las reglas siguientes:

A).- Si el desecho es sólido disolver en bastante agua, de modo que la concentración de azida sea de menos del 5 %.

B).- Agregar a esta solución, una de NaNO_2 al 20 % mezclando muy bien.

C).- Muy lentamente y con gran precaución, agitando continuamente agregar una solución de H_2SO_4 al 20 % hasta que la solución resultante sea ácida al papel tornasol.

D).- Cuando la solución resultante cambie el color del papel azul de almidón-yodo, la solución será inocua y puede eliminarse por el drenaje sin riesgo apreciable; con esta medida se evitará un evento de explosión que puede ser no sólo costoso en dinero, sino mortal.

3.5).- REACCIONES QUIMICAS

Muchas reacciones involucran el riesgo de explosión, es muy conveniente conocer cuales son; se sabe que muchos grupos funcionales, como se ha indicado al principio son potencialmente explosivos, en este subcapítulo se reseñan unas cuantas reacciones que son riesgosas por el peligro inminente de explosión.

3.6).- HIDROCARBUROS HALOGENADOS

Muchos de estos compuestos resultan altamente explosivos cuando se hayan

en presencia de bario finamente dividido, especialmente peligroso es el CF_3-CCl_3 pero también pueden detonar en presencia de bario: CF_3-CBr_3 ; CCl_4 , CCl_3-CH_3 , - percloroetileno, etc. en el reporte de Schwab (19) se señala esto.

3.7).- TRICLORURO DE NITROGENO

El NO_2 explota violentamente al contacto con NH_3 , arsénico, H_2S , NO_2 , - materia orgánica etc. así como de ozono, selenio, cianuro de potasio, potasa - y otras sustancias, de ello resulta que se tomarán medidas pertinentes para que estas sustancias incompatibles no entren en contacto con el tricloruro.

3.8).- PEROXIDO DE POTASIO .

En contacto con alcohol origina un desprendimiento de hidrógeno, con la - consecuente creación de altas presiones y atmósfera muy explosiva, incluso si el alcohol está muy purificado al contacto con trozos de K_2O_2 explota con gran violencia.

3.9).- SODIO CON DIOXIDO DE CARBONO .

El sodio fundido puede explotar y causar proyecciones muy peligrosas si entra en contacto con CO_2 , si hay un incendio causado por sodio y se usa un - extinguidor de dióxido de carbono, existe el riesgo de una explosión, así como de proyecciones de sodio fundido.

3.10).- POLIACETILENOS.

Los compuestos poliacétilénicos como el 2,4-hexadienbiscloroformato al - reaccionar con compuestos de mercurio, origina compuestos altamente explosivos, a tal grado que muchas veces las pantallas protectoras de acrílico resultan - destrozadas, se ha reportado también que el compuesto anterior, así como el 2,4-hexadien 1,6 dicloruro, son muy sensibles al choque, al igual que el bromuro de -

propargilo; de ello se infiere que los diacetilenos y/o poliacetilenos son altamente explosivos y sensibles al choque (percusión), por lo que su manejo ha de ser muy cuidadoso, evitando en lo absoluto someterlos a golpes, ruido intenso, fricción etc; en las reacciones donde se generen poliacetilenos, se deberán remover de inmediato, a fin de evitar la acumulación de mezclas explosivas. Para saber con certeza si una reacción presenta riesgo de explosión, es necesario recurrir a manuales o alguna fuente de información sobre reacciones.

Para el caso de líquidos inflamables, que constituyen la fuente más común de explosiones; se torna muy necesario contar con medidas preventivas de manera que los riesgos personales se eliminen.

Las dos más importantes la constituyen: la cantidad de substancia almacenada (tema ya tratado en el capítulo de fuego); y la filosofía de seguridad que siempre debe tener en mente el profesionista químico, siguiendo los lineamientos de seguridad se minimizará o eliminará en muchos casos el riesgo de explosión.

3.11).-TRONERA PARA EXPLOSIONES

A pesar de las medidas precautorias que se tomen, pueden ocurrir explosiones debido a diferentes factores; tales como la falla del sistema de ventilación etc. tratandose de líquidos inflamables se incrementa la probabilidad de explosión, dada esta alta probabilidad es muy conveniente contar como elemento de la construcción del laboratorio con respiraderos o troneras a fin de que los daños por una explosión disminuyan bastante; de igual forma que proporcione salida a los gases generados.

La dispersión de líquidos inflamables con flash-point debajo de la temperatura ambiente promedio, hace muy necesario que se cuente con estas troneras, estas son simplemente una cavidad cilíndrica de cemento (respiradero), con salida al exterior y con una boca del lado de la mesa de trabajo más an-

cha, a fin de que en el evento de una explosión los gases y fragmentos no se proyecten en su totalidad hacia los sitios de trabajo, el diámetro de la tronera debe ser proporcional al volumen de material susceptible de explotar así como de la magnitud de la presión generada.

Deberían instalarse troneras en cada mesa de trabajo donde específicamente se deban realizar reacciones con riesgo de explosión; al menos tal como existen campanas para las reacciones que generan gases tóxicos o molestos, debería haber un sitio ad-hoc para reacciones con riesgo de explosión.

3.12).- PANTALLAS PROTECTORAS

Las reacciones que involucran riesgo inminente de explosión, ameritan que la protección personal debe reforzarse; de esta forma para explosiones no basta con usar goggles, se hace necesario contar con una careta o pantalla, en el capítulo de reglas básicas se indicó más sobre las pantallas, en este sitio únicamente se añade que tales pantallas deben prestar protección no solo a quien efectúa la operación sino también a los demás; al efecto si la reacción es muy peligrosa pueden usarse 2 o más pantallas, o una de tamaño y diseño adecuado. Para el caso de reacciones orgánicas las más recomendables son las pantallas curvas, puesto que es más fácil maniobrar con ellas.

Las pantallas deberán tener estas ventajas para ofrecer seguridad;

- A).- Gran resistencia al impacto
- B).- Protección lateral suficiente
- C).- Facilidad de operación alrededor de ella.
- D).- Deben poseer una gran estabilidad, y ser perfectamente transparentes.
- E).- Resistentes al ataque químico.

El laboratorio deberá disponer de pantallas de varios tamaños y formas si no se dispusiera de pantallas las caretas deberán proporcionar protección en caso de explosión.

3.13).- INCENDIO

Una vez que ha ocurrido una explosión es poco lo que se pueda hacer, los destrozos no se pueden remediar, siendo un evento tan rápido y en general de efectos devastadores es poco lo que se puede hacer. Generalmente después de una explosión ocurre un incendio, el cual constituye una secuela para la que si pueden tomarse medidas correctivas, las cuales se han indicado ya en el capítulo de fuego; el fuego siguiente a una explosión será siempre de clase A o B; para desalojar los humos o polvos que se hubieran generado, si el equipo de ventilación no se ha dañado, deberá funcionar a una velocidad mayor de la normal hasta que la concentración de gases tóxicos o humos no sea peligrosa para la salud.

La evacuación del área accidentada se detalla en el capítulo de fuego y en caso de explosión se deben seguir los mismos pasos.

3.14).- MEDIDAS PREVENTIVAS PARA EVITAR RIESGOS DE EXPLOSION

1).- No almacenar cantidades en exceso de sustancias susceptibles de explotar.

2).- No dejar abiertos recipientes conteniendo sustancias volátiles que sean flamables, y mantener estas alejadas de fuentes de ignición.

3).- Las sustancias que sean explosivas, han de mantenerse alejadas de calor, ruido intenso, luz solar directa y no friccionarlas o moverlas bruscamente.

4).- Conocer que tipos de reacciones son potencialmente explosivas; bien sea por sus grupos funcionales, o por medio de manuales, libros etc.

5).- En toda reacción que se sospeche puede ser explosiva, usar cantidades mínimas de reactivos, y eliminar los productos explosivos tan pronto se produzcan.

CAPITULO 4

TOXICIDAD

En definitiva todo laboratorio químico entraña diferentes riesgos en alguna medida. Estos varían de uno a otro laboratorio, pero en el caso de las sustancias químicas, los aspectos de toxicidad son de características muy especiales debido sobre todo a la aparición constante de nuevos compuestos.

En cualquier laboratorio el personal se haya expuesto a muchas sustancias, lo cual es muy evidente en los laboratorios académicos; pese a ello los tópicos de seguridad no son tomados en cuenta en el mismo grado que se hace en los industriales, esto conduce a riesgos a la salud muy graves según señala en sus trabajos Abelson (20), pero afortunadamente se ha despertado conciencia de estos aspectos y los programas académicos subrayan cada vez más lo importante que es la seguridad; habiéndose observado cambios de actitud a niveles muy superiores que han conducido a cambios en las instalaciones y en los programas de enseñanza.

El avance de la ciencia ha recomendado el uso de disolventes menos tóxicos, y la seguridad a la salud, una rama conocida como HIGIENE, muchas veces extendida al término higiene industrial, es ya una importante rama de investigación, se ha hecho mucho esfuerzo en uniformar criterios y emitir normas de manera que se dispone de una legislación al respecto. Se ha establecido en este campo la diferencia entre laboratorio académico e industrial, en este último se manejan pocas sustancias en grandes cantidades, en tanto en el primero se manejan un gran número de sustancias en muy pequeñas cantidades, muchas de las cuales tienen efectos sobre la salud aún no bien conocidos.

Los lineamientos aplicados a los laboratorios académicos no han de ser tan rigurosos como los aplicados a los industriales, pero es indudable que el manejo constante de una variedad de sustancias requiere que los márgenes de se-

guridad con que se trabaja sean muy altos, esto es especialmente necesario por el hecho de que la toxicidad de una sustancia puede no ser de efectos inmediatos, en ocasiones pueden transcurrir varios años hasta observar algún daño, los riesgos de naturaleza química serán el centro de atención de este capítulo; los riesgos de naturaleza química se presentan debido a que todas las sustancias naturales o sintéticas son tóxicas en algún grado por cualquier tipo de exposición, es sobradamente conocido que una dosis muy pequeña de un veneno tan activo como el KCN (200 mg.) es capaz de ocasionar la muerte de un ser humano, pero es poco sabido que la ingestión de una vez de 250 gramos de sal de mesa común (NaCl) es también letal debido a que las sustancias sintéticas son sobre todo las que presentan la mayor toxicidad.

En medidas prácticas como todos los aspectos de seguridad es lo mejor PREVENIR antes que REMEDIAR, para sustancias tóxicas esto implica reducir la exposición a estas hasta un nivel en que sean inocuas a la salud, siendo lo ideal evitar en lo absoluto entrar en contacto con ellas; vg. no inhalarlas o tocarlas directamente, esto implicará que las instalaciones de ventilación y eliminación de humos y/o vapores funcionen a la perfección, así como el uso permanente de prendas protectoras cuando se realicen experimentos con estas sustancias. Las reacciones se llevarán a cabo en los sitios adecuados con todo el cuidado necesario.

Las medidas precautorias que se tomen en todo tiempo evitarán problemas graves de salud, para entender los efectos que causan diversas sustancias en el organismo se han clasificado sus efectos.

4.2).- EFECTOS DE LAS SUSTANCIAS TÓXICAS EN EL ORGANISMO

Los efectos de las sustancias se clasifican como agudos y crónicos, la clasificación está basada en la gravedad del daño en relación al tiempo

de exposición y ha sido cuidadosamente pensada por médicos y toxicólogos.

—— EFECTOS AGUDOS:

Son inmediatos a la exposición, incluyen respuestas fisiológicas inmediatas como: quemaduras, inflamación, respuestas alérgicas, y daños inmediatos a pulmones, ojos, sistema nervioso etc., los efectos agudos en el caso de venenos muy violentos como el KCN pueden ser muerte inmediata. El efecto y sus causas usualmente son obvios, y así debe ser la forma de prevenirlos, los efectos inmediatos se originan por la inhalación o contacto con la piel y pueden evitarse si se siguen las reglas elementales de seguridad de no tener contacto con las sustancias y trabajar siempre en el sitio adecuado.

—— EFECTOS CRONICOS:

Son resultado de exposiciones prolongadas a una sustancia y aparecen al cabo de un largo periodo (meses o años). Pueden comprender daños acumulados a uno o varios órganos, al respecto los efectos crónicos pueden ser reversibles o irreversibles; los primeros cesan en cuanto cesa la exposición a la sustancia que afecta; los últimos no cesan y son los más comunes, acarreando casi siempre daños permanentes.

De los efectos crónicos el cancer es el que ha recibido la mayor atención, pero en verdad sólo unas 30 sustancias se han clasificado como carcinógenos humanos, de cualquier forma centenares de ellas producen cancer en los animales de laboratorio en determinadas dosis, además es probable que muchas que no se han estudiado lo sean en diversos grados; debido a las diferencias entre diversos animales y el hombre, que puede ser muy marcada no hay correlación directa entre carcinogenicidad en el hombre y en esas especies.

La cuestión se agrava cuando la exposición a una determinada sustancia estadísticamente es significativa de muertes, pero en verdad que constituye una

felicidad que el promedio de muertes por riesgos profesionales entre los químicos es tan bajo que no tiene significación estadística.

Pero es indudable que se han de mantener unas condiciones de trabajo de muy alta consideración para evitar daños por riesgos que no son detectables de inmediato, y para los que puede transcurrir una período de años.

4.3).- DEFINICION DE SUBSTANCIA TOXICA

Se define así a toda substancia que es capaz de causar lesiones de carácter bioquímico en los tejidos o sistemas; tales lesiones son alteraciones funcionales, destrucción o modificación de tejidos, sistemas, órganos fluidos etc. etc. y/o alteraciones genéticas y mutagénicas; ya se ha visto que es de la mayor importancia la dosis en que entra al organismo tal substancia, se han descubierto 5 parámetros que determinan la toxicidad de una substancia y son los más importantes a saber:

- a).- Dosis
- b).- modo de exposición (inhalación, ingestión contacto dérmico)
- c).- estado de dispersión del tóxico (gel, sol sólido, gas etc.)
- d).- condición fisiológica del sujeto
- e).- tiempo de exposición al tóxico.

Todos estos factores juegan una importancia decidida en el grado de toxicidad de una substancia.

4.4).- RANGO DE TOXICIDAD

Se acepta universalmente la clasificación basada en la experiencia de investigación con animales de laboratorio durante periodos prolongados.

--- NO TOXICAS: cualquier substancia que bajo condiciones normales de uso no causa daños de ningún tipo y que producen daños sólo en condiciones muy

poco usuales o en dosis abrumadoras.

—LIGERAMENTE TOXICAS: tienen ligeras subdivisiones (20); en general son aquellas sustancias que en una exposición de algunos segundos, varios minutos o escasas horas causan efectos ligeros sobre piel y mucosas, sin importar la extensión y/o al ser absorbidos producen efectos ligeros en cualquier tiempo de exposición y sin atender a la dosis ingerida, también se les llama ligeramente tóxicas a aquellas que al estar en exposición por un período prolongado causan daños moderados y por lo general reversibles.

—MODERADAMENTE TOXICAS: aquellas que durante una exposición determinada de tiempo producen daños moderados sobre piel y mucosas, producen efectos agudos y crónicos estos últimos son siempre moderados aunque pueden no ser reversibles; sin embargo la magnitud del daño no implica riesgo de perder la vida ni incapacidad física permanente.

—SEVERAMENTE TOXICAS: son las de mayor importancia para la salud, presentan 4 subdivisiones:

—agudas locales: aquellas que con una exposición de segundos o minutos causan lesiones a la piel o mucosas que pueden representar riesgo de muerte o ser causa de desfiguraciones o impedimentos físicos permanentes.

—agudas sistémicas: las que al absorberse y pasar al torrente sanguíneo en una exposición de minutos o segundos causan daños que pueden atentar contra la vida.

—crónicas locales: aquellas que con una continua exposición por un período prolongado de meses o años causan muy severos daños a las mucosas o la piel que atentan contra la vida y que también pueden causar severos daños con consecuencias de impedimentos físicos (físicos o psíquicos) o desfiguraciones.

—crónicas sistémicas: son las sustancias que al absorberse en el

cuerpo son capaces de ocasionar daños extremadamente severos o la muerte, en una exposición continua de meses, días o años.

4.5).- DOSIFICACION

El factor más importante para determinar si una sustancia es o no tóxica es la dosis, en efecto; el concepto nos indica que ninguna sustancia es inocua, ni tampoco existe una totalmente tóxica, este concepto ya fue vertido por Paracelso en el siglo XVI, para esto es muy conveniente conocer el significado del término LD₅₀ (d), que constituye una estimación estadística de la dosis mínima necesaria para matar al 50 % de una población infinita de animales de prueba (usualmente ratas) expresado como: peso de sustancia tóxica/ peso en Kg. del animal; este término es útil en casos de ingestión, en tanto el TLV (valor límite umbral), anteriormente conocida como máxima concentración permitida; es de utilidad en casos de inhalación.

4.6).- CLASES DE SUSTANCIAS TOXICAS

Comunmente se acepta la siguiente clasificación práctica y simple; se anotan únicamente las que presentan interés para laboratorios académicos.

NIEBLAS: líquido suspendido finamente dividido formado por condensación del estado gaseoso o por dispersión de un líquido vg. (atomización, nebulización etc. etc.)

VAPORES: forma gaseosa de sustancias que usualmente son líquidas o sólidas, muy peligrosos porque se difunden rápidamente y pueden desplazar al oxígeno.

GASES: también peligrosos por su capacidad de difundirse, y por que pueden desplazar al oxígeno.

SÓLIDOS O LÍQUIDOS: las categorías obvias de sustancias que en su estado natural se consideran tóxicas o venenosas.

4.7).- RUTAS DE ENTRADA AL ORGANISMO

Tambien es muy importante conocerlo, una substancia que respirada es muy tóxica, ingerida puede ser inocua; existen varias rutas de entrada al organismo, analizandolas bravemente estas son:

—— VIA DERMICA: El medio más lento y menos completo, por ello sus efectos son menos graves, la mayoría de las substancias no se absorben por la piel y sólo contadas son más peligrosas por esta vía; la vía demica tiene gran importancia en lo relativo a los disolventes orgánicos y por molestias de irritación.

—— VIA RESPIRATORIA: La vía más importante de entrada al organismo, en el laboratorio un 80% de las lesiones químicas son por inhalación y producen efectos crónicos muy acentuados; además requiere de medidas protectoras muy eficaces, no solo para gases y vapores sino para humos y polvos.

—— VIA ORAL: El modo de intoxicación menos común, generalmente es resultado de una grave carencia de orden y/o limpieza, sus efectos generalmente son fatales o muy graves.

—— VIA OCULAR: similar a la vía dérmica, pero de efectos más graves, ya que la córnea del ojo y la membrana externa son muy sensibles.

4.8).- CLASES DE TOXICIDAD

No existe un criterio uniforme respecto a este asunto pero se advierte que casi todas las substancias caen dentro de alguna de las siguientes categorías:

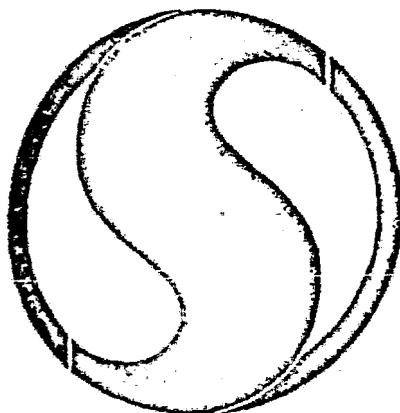
—— NARCOTICOS: tienen efectos sobre el sistema nervioso, de muy graves consecuencias ya que disuelven los lípidos sus efectos fisiológicos son: dolor de cabeza, mareos, algunas veces hilaridad, incoherencia, sueño

y si la intoxicación es muy severa se puede incluso provocar la muerte, son narcóticos por lo general: las series de hidrocarburos clorados, algunos disolventes orgánicos, fenoles etc.

____ TOXICOS DE LA SANGRE: aquellos que causan cambios en la sangre, sus efectos crónicos son especialmente peligrosos; lo son entre otros: aminas aromáticas, compuestos nitroso y nitro, benceno etc.

____ LESIVOS A PIEL Y MEMBRANAS: aquellos que dañan estas estructuras protectoras, al respecto son peligrosos: disolventes orgánicos, hidrocarburos clorados. alquitrán etc.

____ LESIVOS A ORGANOS, APARATOS Y SISTEMAS: dada la gran diferencia entre cada uno de los anteriores, será muy amplia la gama de sustancias que los afecte, para este caso se hará necesario consultar los manuales médicos adecuados.



LA SEGURIDAD REQUIERE LA PRACTICA CONSTANTE DE LA DISCIPLINA

4.9).- DISOLVENTES ORGANICOS

La mayoría de intoxicaciones en el laboratorio se deben a la inhalación constante de disolventes orgánicos, aparte de que desafortunadamente tiende a subestimarse el riesgo que representan, en general todos son tóxicos y pertenecen a distintos grupos muy diferentes entre sí, con clases de toxicidad muy va-

riada. El manejo regular de disolventes orgánicos es un riesgo constante por lo que se adoptarán las medidas de precaución en todo momento, todos los disolventes se mantendrán siempre en recipientes cerrados, ya que aparte del riesgo de incendio los hidrocarburos alifáticos de C_5-C_8 tienen un efecto narcótico, la inhalación constante de éter de petróleo produce severas irritaciones de mucosas y a la larga afecta el sistema nervioso.

A concentraciones de 3000-5000 p.p.m. y por 2 horas el n-pentano, n-hexano y n-heptano así como sus isómeros causan vertigo, incoordinación de movimientos y efectos narcóticos, a concentraciones de 1000-2500 p.p.m. causan fatiga, somnolencia, distorsión de la visión y parestesia distal, el éter de petróleo cuando produce daños crónicos causa decoloración de la piel y eritema severo, así como edema; sus efectos agudos pueden ser: hinchazón, escozor intenso y edema ligero.

4.10).- ALCOHOLES Y ESTERES ALIFATICOS

En general tiene efectos narcóticos, muchos son tóxicos al hígado y los riñones, también un número apreciable de ellos son lesivos a la piel y membranas, los alcoholes producen más bien efectos crónicos, a continuación se analizan algunos ejemplos de las sustancias de este tipo más comunes

— ACETATO DE ETILO: por inhalación tiene toxicidad moderada, es irritante de mucosas (oculares y respiratorias), moderadamente narcótico, sus efectos crónicos son irritación de conjuntiva y córnea, altas concentraciones tienen efectos crónicos muy severos, también causan anemia, leucocitosis e hinchazón severa, se permiten dosis de 400 p.p.m. diarias por una exposición

— ACETATO DE BUTILO: causa conjuntivitis, dermatitis, tos, inflamación moderada de vías respiratorias, dolor de cabeza y anorexia, se permite una inhalación diaria de 150-200 p.p.m., en ratas su LD_{50} es de

1500 mg.

PRIMEROS AUXILIOS: : si cae en los ojos lavar de inmediato con agua un poco tibia y en forma abundante, si es en la piel lavar con jabón y abundante agua.

— FORMIATO DE METILO: muy tóxico por inhalación al igual que por la piel, causa conjuntivitis, lesiones de la cornea, náusea convulsiones y coma; se ha detectado una tolerancia respiratoria de 100p.p.m. y si se ingiere de 150 mg/kg.

PRIMEROS AUXILIOS: si cae en los ojos, lavar de inmediato con abundante agua, y llevar al médico tan pronto se pueda.

— ALCOHOL ETILICO: por vía oral produce intoxicación ligera o moderada, la inhalación de 5000-10000 p.p.m. produce irritación de los ojos y algunas membranas, su ingestión constante produce daños crónicos graves al hígado, el inhalarlo repetidamente a concentraciones promedio de 5000 p.p.m. produce anorexia, somnolencia e incapacidad de concentración; se permite una TLV de 1000 p.p.m. por jornada laboral normal, y por ingestión se ha detectado una LD₅₀ de 1400 mg/kg.

— PROPANOL: al contacto con la piel u ojos causa conjuntivitis y úlceras en la córnea, si se inhala; vértigo, mareo, dolor de cabeza, es un fuerte depresor de la presión sanguínea, por efectos crónicos se tienen Uremia y anemia; existe una tolerancia TLV de 200 p.p.m., en ratas se detecta una LD₅₀ de 1870 mg/kg

PRIMEROS AUXILIOS: si cae en los ojos lavar de inmediato con agua tibia, si cae en la piel lavar con agua y jabón perfectamente

METANOL: uno de los disolventes más usados muy peligroso, por vía oral su toxicidad es alta, pudiendo incluso provocar la muerte, por inhalación presenta toxicidad moderada, es narcótico e irritante de piel y mucosas, su

efecto tóxico principal y más grave es sobre el nervio óptico, la exposición prolongada puede causar degeneración, la exposición a dosis letales provoca shock es un veneno acumulativo porque se excreta lentamente, las exposiciones severas causan como efectos agudos: mareo, dolor de cabeza, respiración dificultosa, inconciencia y depresión cardíaca, pudiéndose llegar a la muerte, los primeros síntomas de gravedad son el oscurecimiento de la visión y molestia conjuntivitis, se tiene una tolerancia TLV de 200 p.p.m. (exposición diaria de 8 horas), una LD₅₀ de 100 mg/kg

PRIMEROS AUXILIOS: antes que nada si se trabaja constantemente se debe de efectuar una revisión médica cada 6 meses, incluyendo evaluación neurológica y de daños a hígado, riñones y ojos, donde se trabaje con metanol es indispensable una excelente ventilación.

PRIMEROS AUXILIOS: si cae en los ojos lavar con la mayor premura con agua limpia y abundante por lo menos 15 minutos, en la piel lavar con agua y jabón si se sospecha de una exposición prolongada llevar al médico de inmediato, si acaso se ingiriese dado el riesgo de muerte, es preferible provocar el vómito y llevar al médico de inmediato.

4.11).- ACIDOS CARBOXILICOS

ACIDOS ALIFATICOS; como muchos otros son irritantes en grado muy apreciable, deshidratantes, disuelven los cuerpos sanguíneos y sus efectos crónicos son drásticos para los riñones, algunos de peso molecular intermedio pueden causar hemorragias internas, se examinan los 3 ácidos más comunes en el laboratorio .

11a).- ACIDO ACETICO: es muy irritante para la piel, mucosas y membranas, causa ennegrecimiento de la piel, quemaduras muy severas, conjuntivitis, irritación crónica, extremadamente corrosivo para los tejidos, lacrimante, si se

ingiere puede causar una irritación muy severa del tracto digestivo; con una posible hemorragia y colapso cardiovascular, una breve exposición a sus vapores causa molestias y daños ligeros; se permite una exposición diaria por 8 horas de 816 p.p.m., su TLV es de 10 p.p.m., en conejo se ha detectado una LD_{50} de 600 mg/Kg.

PRIMEROS AUXILIOS: si cae en la piel o los ojos enjuagar de inmediato con agua abundante y remover la ropa contaminada si ha caído en esta, después de enjuagar es recomendable lavar con jabón, en caso de ingestión es conveniente tomar leche. El anhídrido presenta propiedades semejantes, pero en especial induce un fuerte vómito y causa necrosis de la córnea, sus ataques son más violentos y su TLV se reduce a 5 p.p.m.

— ACIDO PROPIONICO: irritante de la piel, mucosas y membranas, muy común su uso en el laboratorio, la sal de bario es muy tóxica a los riñones, se aceptan hasta 4000 mg/kg como tolerancia.

PRIMEROS AUXILIOS: al caer en la piel u ojos lavar de inmediato con agua, si se ingiere tomar de inmediato leche y solicitar cuanto antes ayuda médica

— ACIDO FORMICO: muy irritante de la piel, puede provocar necrosis de tejidos oculares, tan solo respirarlo unos instantes causa molestias.

PRIMEROS AUXILIOS: al contacto con la piel lavar de inmediato la zona afectada con agua abundante y fría; si se ingiere no provocar el vómito sino tomar de inmediato leche y solicitar a la mayor brevedad la ayuda médica.

4.12).- ALDEHIDOS

Por ser muy diferentes en su composición no presentan efectos comunes, se analizan aquí los compuestos más usuales en el laboratorio.

— ACETALDEHIDO: como casi todos ellos, es muy irritante de la

piel y mucosas, en especial de las vías respiratorias, causa en los ojos inflamación aguda y en ocasiones dolor de cabeza, sus síntomas crónicos son más graves: edema pulmonar y albuminuria, la inhalación constante produce efectos similares a los narcóticos del alcohol, con una exposición prolongada puede causar efectos similares a los del alcoholismo, es indispensable una buena ventilación para prevenir daños antes que tener que repararlos.

PRIMEROS AUXILIOS: si cae en los ojos lavar de inmediato con agua, si es en la piel lavar con jabón e irrigar abundantemente con agua, si se llegase a ingerir es necesario neutralizar con leche., y solicitar ayuda médica.

— FORMALDEHIDO.- conocido como formol en solución acuosa, produce efectos locales muy molestos: conjuntivitis, decoloración de la piel, urticaria, si se ha inhalada por algunos minutos causa rinitis y anosmia, así como inflamaciones de las vías respiratorias, sus efectos crónicos son graves: edema pulmonar, constricción del diafragma y gastroenteritis, si se ingiere se produce ictericia, vómito y quemaduras severas.

PRIMEROS AUXILIOS: si cae en los ojos lavar de inmediato CON LA MAYOR PREMURA POSIBLE, con un riego abundante y enjuague también abundante, si el accidente es en la piel lavar muy bien sólo con agua, se ha aceptado una tolerancia de 120 p.p.m. para 8 horas diarias de exposición, en ratas se ha detectado una LD₅₀ de 650 mg/ kg.

4.13).- ORGANOCLORADOS ALIFATICOS

Hay un compuesto organoclorado alifático muy importante y de uso más que extenso: el cloroformo CHCl_3 , el cloroformo causa una gran excitación nerviosa como uno de sus síntomas agudos, cuando se ha inhalado; otros efectos son: nerviosismo, inconciencia anorexia, diuresis y vómito, sus efectos crónicos son: desórdenes intestinales, lesiones al hígado y/o riñon.

PRECAUCIONES: una adecuada ventilación, mantener alejadas posibles

fuentes de ignición.

PRIMEROS AUXILIOS: si cae en los ojos lavar de inmediato con agua, lo mismo para la piel, además es conveniente remover la ropa contaminada, si la extensión del derrame en la piel es extensa lavar con agua y jabón, si se ha inhalado por un tiempo apreciable lo mejor es tomar de inmediato un descanso para respirar aire fresco por un buen lapso.

TOLERANCIA: se ha detectado para el cloroformo una TLV de 50 ppm. o 240 mg / m³ y una LD₅₀ de 300 mg/kg en ratas (21), permitiéndose por lo tanto una exposición diaria por 8 horas de sólo 30 ppm.

CLORURO DE ETILO

También usado extensamente en el laboratorio, causa aguda irritación del tracto respiratorio y de los ojos, salivación excesiva mareos, como síntomas crónicos convulsiones peritoneales.

PRIMEROS AUXILIOS: si cae en la piel lavar de inmediato con agua abundante y fría de preferencia, si cae en los ojos irrigar abundantemente con agua.

TOLERANCIA: se ha detectado una TLV de 1000 ppm. y una LD₅₀ en rata de 260 mg/kg, para una exposición diaria de 8 horas se permiten;600 ppm.

4.14).- AMINAS ALIFATICAS

Las aminas alifáticas en general son sustancias tóxicas con efectos crónicos muy graves, casi todas ellas causan lesiones al hígado o los riñones, sería impráctico hablar aquí de todas ellas, se analizará un sólo caso, puesto que las aminas aromáticas son más comunes en el laboratorio y se tratarán posteriormente.

—ALILAMINA: muy irritante de la piel y los ojos, si se inhala por algunos minutos sin interrupción habrá aguda irritación

del tracto respiratorio, ingerida causa aguda convulsión estomacal.

MEDIDAS PREVENTIVAS: proteger los recipientes contra daño físico, y no derramarla, es necesaria una adecuada ventilación, y tomar aire fresco después de inhalarla por varios minutos.

PRIMEROS AUXILIOS: si cae en los ojos o la piel lavar con agua abundante si se ha inhalado por largo rato es muy conveniente tomar un vaso de leche tibia para neutralizar la irritación del tracto respiratorio.

TOLERANCIA: dado que se ha detectado una TLV de 150 ppm y una LD₅₀ en ratas de 55 mg/kg. se permite que para una exposición diaria por 8 horas haya una concentración de 45 ppm.

4.15).- DISOLVENTES AROMATICOS

De uso tan extenso en el laboratorio que su importancia para aspectos de salud es importantísima, baste decir que el disolvente más usado en el laboratorio es aromático, dada la imposibilidad de reseñar cada uno de los compuesto con importancia por aspectos de seguridad-higiene, se aportarán datos de los más usuales, de cualquier modo las referencias al final amplían notablemente los conocimientos que se deseen sobre el particular; todos los manuales de seguridad proporcionan muchos y útiles datos sobre cada compuesto, para quien desee más información acerca de aspectos de seguridad e higiene.

Su uso es el más común y extenso en el laboratorio, razón por la cual se está en contacto permanente con ellos, no sólo día tras día sino varias horas de cada jornada.

— BENCENO.— El disolvente más usual, además es uno de los compuestos más tóxicos por lo cual se ha pensado en substituirlo por

otros menos tóxicos, pero sus cualidades como disolvente orgánico son inmejorables, de ello se infiere que un químico durante su actividad profesional estará en diario contacto con este disolvente.

Su uso tan extenso y variado en el laboratorio ha determinado un extenso estudio de sus efectos sobre la salud; así pues el benceno causa efectos agudos y crónicos; entre los primeros se tiene euforia cuando se ha inhalado por largo rato, excitación, nerviosismo, pasada la euforia hay mareo, vómito, incoherencia al hablar, irritación pulmonar, sucede a ello un periodo de depresión y si se sigue inhalando puede causar la muerte por parálisis respiratoria, de hecho tiende a paralizar la respiración; como efectos crónicos se tienen: anorexia (pérdida de apetito), pérdida de peso, náusea, fatiga, debilidad, dolores de cabeza crónicos, nerviosismo y debilidad progresiva, se ha encontrado que en las mujeres causa disturbios a la menstruación, además de los efectos crónicos antes mencionado hay los que causan cambios hematológicos, en efecto; al pasar el tiempo y con exposiciones continuas a vapores de benceno va apareciendo leucopenia, trombocitopenia y hemólisis que son graves.

Por todo lo anterior si se trabaja con benceno en forma consuetudinaria, el sistema de ventilación deberá funcionar a la perfección, siempre que se trabaje con este disolvente hay que asegurarse que los extractores y la ventilación natural funcionen de manera correcta, evitar en lo posible los derrames y usar las cantidades adecuadas sin llegar al exceso; en el almacén se deberá estar seguro en todo momento que los recipientes contenedores no presentan algun daño y estén perfectamente cerrados.

MEDIDAS PREVENTIVAS: ya se indicó que es indispensable una excelente ventilación, se deben checar las concentraciones en el laboratorio, así como efectuar analisis de sangre y de orina en el personal que trabaja constantemente con esta substancias por lo menos cada 3 meses (22).

PRIMEROS AUXILIOS; si cae en la piel dado que es irritante lavar con agua y jabón, si llegar a caer en los ojos irrigarlos abundantemente con agua, es necesario remover las ropas contaminadas y lavarlas con agua y jabón, en el caso que se llegara a ingerir no provocar el vómito pues puede irritar en demasía el tracto traqueal, en caso de una inhalación que provoque efectos agudos puede ser necesario no sólo el aire fresco sino tambien oxígeno.

TOLERANCIA: para una exposición diaria de 8 horas se permite una concentración de 210 ppm. en ratas se ha detectado una LD₅₀ de 3400 mg / kg.

—TOLUENO

Tambien muy usado en el laboratorio, menos tóxico que el benceno pero tambien causa efectos que pueden significar un riesgo apreciable a la salud entre sus efectos agudos se tienen; dermatitis, bronquitis, irritación de el tracto respiratorio, nausea y vómito, fatiga incoordinación y cierto nerviosismo, sus efectos crónicos conducen a la anorexia, irritabilidad, parestesia y conjuntivitis, tambien una exposición ligera puede causar irritación de la córnea, si la exposición es prolongada y continuada puede haber quemadura severa de la córnea.

MEDIDAS PREVENTIVAS; es necesario almacenarlo en un sitio con ventilación adecuada, esta deberá funcionar perfectamente en el laboratorio para que la concentración no alcance niveles riesgosos, procurar evitar los derrames, siempre será conveniente que se mida el nivel de concentración en la atmosfera del laboratorio a fin de tomar las medidas pertinentes, dado que es muy irritante se toma como conveniente el uso de guantes de hule para manipularlo si la exposición a vapores de tolueno es continua se hará necesario un examen médico semestral, con anafasis especialmente en el sistema urinario y nervioso, ya que son los más comunmente afectador, este examen debe ser constante.

PRIMEROS AUXILIOS: si cae en la piel lavar con agua y jabón, si cae en los ojos irrigar abundantemente con agua, si se ingiere tomar leche y llamar al médico de inmediato.

TOLERANCIA: se ha detectado una TLV de 200 p.p.m. y una LD₅₀ de 1640 mg/kg en ratas, se permite una exposición diaria de 150 p.p.m. por 8 horas.

4.16).- ACIDOS AROMATICOS

Muchos de ellos son de amplio uso, se analizarán aquí únicamente más comun, que es el ácido benzoico.

ACIDO BENZOICO: No existe el peligro de aspirar vapores ya que casi esto no sucede, puede existir el riesgo de ingerirlo accidentalmente; de cualquier forma si se ingiere se han detectado efectos tales como: náusea, y desórdenes gastrointestinales, sus efectos crónicos se reducen a una alergia que puede ser de larga duración, cesando al no tener más contacto con él.

PRIMEROS AUXILIOS: en caso de ingestión tomar leche y llamar al médico si cae en la piel o los ojos lavar con abundante agua.

4.16).- AMINAS AROMATICAS

Las aminas rómicas son en general muy tóxicas, tienen graves efectos crónicos y con frecuencia se clasifican como carcinógenos (23); dañan sobre todo los riñones, además con su uso frecuente se tiene de hecho diario contacto con ellas, la anilina sobre todo es altamente carcinógena por lo que se ha de extremar el cuidado en su manejo, nunca se deberá manejar anilina con las manos desnudas es IMPRESCINDIBLE el uso de guantes impermeables, procurando que no caiga en la ropa, es altamente recomendable proteger también los brazos, pero lo verdaderamente importante es no permitir el contacto directo con la piel, ya que aparte de sumamente tóxica se absorbe muy fácilmente por los poros epiteliales, nunca debe pasarse por alto que aun una muy pequeña cantidad puede resultar a la larga fatal.

—ANILINA

Muy usada como materia prima en muchas reacciones, no despidе vapores ya que no es volátil, pero con calor sí se volatiliza, su principal riesgo radica en su contacto directo con la piel ya que aparte se absorbe rápidamente. De cualquier forma su inhalación prolongada es muy peligrosa, así como si se ingiere accidentalmente, sus síntomas más evidentes son: entre los agudos: dolor de cabeza, vértigo, mareo, al cabo de un rato irritabilidad nerviosa, palpitaciones, algo de mareo y algunas veces dolor de cabeza; entre los efectos crónicos que son los más graves se tienen: desórdenes digestivos, nefritis, disnea, dolor de cabeza crónico, insomnio, pérdida de agudeza auditiva, y el más grave de todos la probable aparición de cancer.

MEDIDAS PREVENTIVAS: siempre se almacenará la anilina en un local frío, bien ventilado, cuidado que los recipientes contenedores no sufran daños, alejados de materiales oxidantes, es preferible un anaquel aparte; si se manejan cantidades apreciables usar guantes de seguridad y lentes o goggles protectores, si se derramara una cantidad grande de este compuesto es totalmente recomendable usar un aparato de respiración (mascarilla de oxígeno), cubriendo el derrame con una mezcla 9:1 de arena y soda, alejarlo de cualquier lugar donde pueda ser ingerido accidentalmente.

PRIMEROS AUXILIOS: si se ha presentado intoxicación aguda por respirar sus vapores, remover de inmediato la fuente contaminante y llevar al afectado al aire fresco, si se ha derramado en la ropa quitar esta de inmediato y la zona afectada lavarla con agua y jabón, incluyendo la zona de debajo de las uñas; si cayese en los ojos usar de inmediato abundante agua para remover toda traza de la substancia, en caso de ingestión no aplicar ningún lavado intestinal o gá-

trico ni provocar el vómito.

TOLERANCIA: se ha detectado una TLV de 5ppm en la piel como potencialmente peligrosa, y una LD₅₀ en ratas de 400 mg / kg, se permite para una exposición diaria de 8 horas tan sólo 3 ppm si va a estar en contacto con la piel.

-BENZIDINA

Se ha detectado que también es un fuerte carcinógeno, algunos especialistas piensan que es más riesgosa que la anilina, afortunadamente su uso no es tan extenso como el de la anilina; entre sus efectos agudos se tiene: dolor de cabeza y vértigo, no se conocen otros, sus efectos crónicos si son más graves: produce hematuria, sobre todo si se absorbe por la piel, a la larga produce cambios muy notables en la composición sanguínea, y sobre todo el efecto más grave; la aparición de un neoplasma o formación cancerígena, es por ello que si se trabaja en forma continua con esta sustancia se habrán de tomar precauciones adecuadas para evitar estos graves efectos.

MEDIDAS PREVENTIVAS: usar guantes de hule butílico siempre que se maneje, si es necesario aportar protección adicional a los brazos, es también muy recomendable servirse de un aparato de respiración en caso de trabajar con cantidades apreciables de esta sustancia o si ha ocurrido un derrame.

PRIMEROS AUXILIOS: si cae en los ojos lavar abundantemente con agua, si es en el cuerpo lavar generosamente con agua jabonosa y luego enjuagar con agua fría muy abundante, si se ingiere dado que no presenta síntomas graves esperar a la ayuda médica profesional.

MEDIDAS DE HIGIENE LABORAL: dado su gran riesgo de carcinogenicidad se hará necesario un examen médico periódico mensualmente, así como citoscopia y análisis de orina al menos cada 6 meses.

4.17).- FENOLES

Algunos de ellos son muy tóxicos sus vapores son sumamente molestos, como en todo compuesto no se puede hablar de propiedades semejantes en todos los fenoles, para este caso se analizará brevemente uno de ellos; que por otra parte tiene un uso sumamente amplio en el laboratorio químico, nos referimos al fenol,

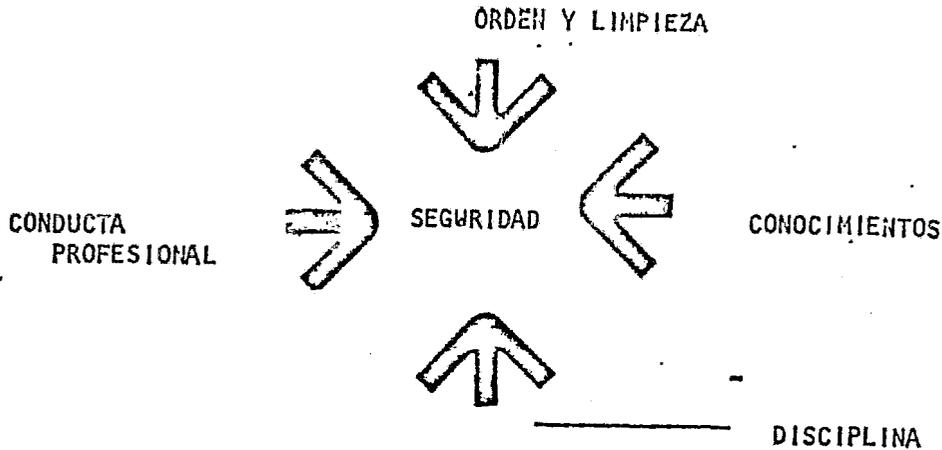
—FENOL

Muy corrosivo, aparte de tóxico, una concentración de sólo 5 ppm. es ya detectable por el olfato, entre sus síntomas agudos se tienen algunos sumamente molestos: conjuntivitis, con muy probable quemadura de la conjuntiva, necrosis corneal, el contacto con la piel causa quemaduras muy severas, si se ingiere puede llegar a perforar el intestino, unos minutos de respirar sus vapores también causan mareos y vómito, y en el tracto respiratorio se puede llegar al edema. En el sistema nervioso dolor de cabeza, mareo turbidez visual, debilidad, temblores y convulsiones, unos minutos de exposición bastan para que en el sistema urinario se produzca oliguria y anuria. Sus efectos crónicos: fatiga y debilidad progresivas, anorexia, insomnio, nerviosismo creciente, pérdida de peso y decoloración de la piel, los riñones pueden resultar muy afectados presentandose albuminuria.

MEDIDAS PREVENTIVAS: Es absolutamente necesario una excelente ventilación, así como el someterse a exámenes médicos anuales muy cuidadosos, nunca se ha de manejar sin la debida protección para las manos y el cuerpo, debiendo de guardarse en los recipientes indicados siempre de color ámbar.

PRIMEROS AUXILIOS: si caen en la piel irrigar de inmediato con agua en forma abundante y continua, si cae en los ojos lavar con la mayor premura para evitar quemaduras serias a la córnea, el enjuague a los ojos debe ser por lo menos de 10 o 15 minutos ININTERRUMPIDAMENTE, y sobre todo no dejar pasar el

tiempo, es importante, si se llegara a ingerir hay que recurrir de inmediato por ayuda médica profesional.



4.18).- ALDEHIDOS AROMATICOS

El aldehído aromático más usado es el benzaldehído, de hecho no es tóxico en extremo o en el grado que lo son otras sustancias, pero se torna necesario tomar ciertas precauciones. A concentraciones moderadas no es demasiado tóxico pero a concentraciones elevadas puede causar fuerte narcosis, también ingerido es moderadamente tóxico, sus efectos más acusados son las dermatitis por contacto ya que si es irritante, si se ha tenido contacto con la piel durante mucho tiempo se puede presentar un síntoma crónico que es la dermatitis.

MEDIDAS PREVENTIVAS: Una buena ventilación y el uso de guantes de hule para manejarlo bastan para evitar daños mayores, hay que mantener los recipientes bien cerrados.

PRIMEROS AUXILIOS: Si cae en la piel o los ojos lavar con abundante agua.

4.19).- COMPUESTOS ORGANOCORADOS AROMATICOS

Se presenta el caso de que algunos son muy tóxicos y otros lo son moderadamente, uno de los compuestos de este tipo más usado en el laboratorio el

clorobenceno es moderadamente tóxico, es irritante de ojos y nariz y entre sus efectos agudos puede presentarse un abundante lagrimeo y molestias en la nariz, los efectos crónicos de su inhalación constante son de mayor cuidado: desórdenes renales y hepáticos, probable parálisis de algún miembro (piernas, brazos etc.), dolor de cabeza y mareos, en muchas ocasiones se presenta cianosis.

MEDIDAS PREVENTIVAS: una excelente ventilación y manejarlo con cuidado son la mejor manera de prevenir daños mayores, cuidar especialmente que los recipientes no se dañen.

PRIMEROS AUXILIOS: si cae en los ojos lavar de inmediato con agua corriente y abundante, si es la piel la afectada lavarla con agua y jabón, si se ha inhalado mucho tiempo es muy recomendable aplicar oxígeno, y si no se dispone de él tomar un buen rato el aire fresco.

TOLERANCIA: para una exposición diaria de 8 horas se permite una concentración de 150 ppm.

— CLORURO DE BENZILO

Muy usado como materia prima, en muchas reacciones orgánicas, no es muy tóxico por inhalación, aunque el contacto con la piel puede producir molestias, ingerido de manera accidental, puede ser el medio de efectos más drásticos.

MEDIDAS PREVENTIVAS: una adecuada ventilación a fin de que la concentración de vapores respirables no sea de peligro, almacenar en un lugar frío y oscuro, preferiblemente en un sitio abierto.

SI se manejasen grandes cantidades será mejor usar un aparato de respiración; ya que entre sus efectos crónicos está el ser depresor del sistema nervioso.

PRIMEROS AUXILIOS: debido a que es un fuerte irritante de la piel, ojos y tracto respiratorio, así como de las mucosas es muy necesario si cae en la piel o los ojos lavar de inmediato con abundante agua, en el caso de la piel es mejor usar agua y jabón, en caso de ingestión llamar al médico.

TOLERANCIA: se ha detectado en seres humanos, por inhalación una TLV de 16 ppm., las legislaciones señalan como permisible una concentración de 55 ppm. para una exposición diaria de 8 horas.

"UNA BUENA REGLA MARGINAL DE SEGURIDAD, ES NO OLVIDAR QUE LOS EFECTOS QUE NO SE APRECIAN DE INMEDIATO, PUEDEN RESULTAR CON EL PASO DEL TIEMPO LOS DE MAS GRAVES CONSECUENCIAS."



4.20).- ACIDOS INORGANICOS

19a).- ACIDO CLORHIDRICO.- presenta efectos agudos muy graves y molestos, entre ellos se tiene: conjuntivitis, irritación muy severa de tracto respiratorio, que puede devenir en rinitis (inflamación aguda de la nariz), erosión dental, laringitis, bronquitis y neumonía, tambien se presentan fuertes palpitaciones del corazón; los efectos crónicos son más graves: perforación nasoséptica, erosión dental, náusea crónica, perforación del intestino y salivación excesiva,

MEDIDAS PREVENTIVAS: ante todo una excelente ventilación, que evitará no sólo daños ocupacionales sino las molestias de inhalar aunque sea una

pequeña cantidad, jamás se han de manipular los envases contenedores sin guantes de hule y ropa protectora, también es indispensable usar los goggles y no derramar ni una pequeña cantidad sobre las mesas de trabajo, en caso de que la ventilación no sea la adecuada esperar un tiempo razonable a que la concentración torne a límites no peligrosos.

PRIMEROS AUXILIOS: si cae en la piel o los ojos irrigar de inmediato con la mayor cantidad posible de agua, el agua deberá fluir libremente, esta medida es de lo más importante; los primeros segundos que se ganen en irrigar serán de un valor inmenso, ya que unos segundos de vacilación pueden determinar una lesión irreversible de los ojos, aun cuando la sensación de ardor haya desaparecido continuar irrigando con agua, preferentemente fría, para la piel es muy indicado lavar con agua y jabón, en caso de inhalación aguda usar oxígeno de emergencia o respirar aire fresco por lo menos 1/2 hora, algunos médicos recomiendan ingerir leche para aminorar los efectos molestos de una inhalación prolongada.

TOLERANCIA: para 8 horas diarias de exposición se toma como permisible 15 ppm. ya que si bien no es tóxica esta concentración resulta molesta.

—ACIDO NITRICO

Muy peligroso debido a que sus vapores fumantes son sumamente corrosivos para las mucosas y el tracto respiratorio, aparte de ser muy molestos; a muy bajas concentraciones (20 ppm.) tiene ya efectos agudos: conjuntivitis, úlcera corneal, a concentraciones más elevadas puede producir decoloración de la piel, y quemaduras severas del tejido del tracto respiratorio con necrosis; sus efectos crónicos son muy graves: erosión dental, bronconeumonía, dolor de tórax, oliguria, anuria y trastornos circulatorios.

MEDIDAS PREVENTIVAS: proteger los recipientes contra daño físico, ma-

5.5).-

RESPIRACION ARTIFICIAL

Si algun accidentado tiene dificultad para respirar, o comienza a mostrar un color azulado en labios o lengua o uñas de los dedos, si hay síntomas de asfixia el actuar de inmediato puede significar salvar la vida a la víctima; es de primordial importancia seguir este procedimiento:

- a).- Tomar acción de inmediato cada segundo es vital, unos minutos sin oxígeno puede producir si no la muerte, daños permanentes al cerebro.
- b).- Detectar de inmediato si hay obstrucción de la tráquea o de la boca.
- c).- Colocar a la víctima en una posición intermedia entre decúbito dorsal, "boca arriba", y acostado de lado.
- d).- Empujar el tórax del herido hacia arriba con una mano a fin de elevar el cuello y evitar que la lengua bloquee el paso del aire.
- e).- Tomar aire profundamente colocando la boca sobre la nariz o boca de la víctima, sellando bien a fin de que todo el aire sea para el herido.
- f).- Arrojar con fuerza todo el aire hacia las vías respiratorias de la víctima, hasta observar que el tórax se eleva.
- g).- Quitar la boca de la boca o nariz del herido, a fin de que exhale aire, tomando en tanto otra bocanada de este.
- h).- Mantener un ritmo de 12-15 respiraciones por minuto.
- i).- Es muy conveniente que la víctima tenga los brazos unidos por las muñecas.
- j).- Cuando la víctima comience a respirar por sí misma, permanecer en posición junto a ella por unos 15 minutos, listos a repetir la operación si aquella deja de respirar de nuevo.
- k).- No mover al herido hasta estar ciertos de que no implica riesgos.

5.6).- INTOXICACION POR INHALACION

Hay otros problemas consecuentes con el de la respiración, uno de ellos es el que involucra la inhalación de sustancias venenosas o tóxicas, en el capítulo de toxicidad se trata con más detalle este aspecto, genéricamente si hay intoxicación por inhalación hacer lo siguiente:

- a).- Mover a la víctima de inmediato al aire fresco.
- b).- Aplicar respiración de boca a boca.
- c).- Controlar la emisión del veneno si es posible.
- d).- Alejar a otras personas del área, si su permanencia no es requerida, esto evita que ocurran envenenamientos colectivos.
- e).- Si la sustancia intoxicante lo es en grado muy riesgoso, no entrar al rescate de la víctima sin adecuada protección (máscarilla etc.). y contener la respiración el mayor tiempo posible.

Si la víctima presenta problemas por asfixia o concusión como resultado de golpe violento o conmoción debe hacerse lo siguiente:

- f).- Aplicar respiración de boca a boca.
- g).- tranquilizar al paciente.
- h).- Llamar de inmediato al médico

5.7).- SHOCK

Usualmente se acompaña por heridas severas, puede deberse también a un choque emocional muy fuerte, pero también se presenta por infección, dolor quemaduras intensas y extensas, problemas de circulación sanguínea etc. los signos detectables del shock son:

- a).- piel fría y pegajosa con pequeñas zonas de sudoración intensa sobre todo en el dorso de las manos.

b).- Con frecuencia náusea y/o vómito.

c).- respiración poco profunda.

Las personas que sufren shock se hallan en inminente peligro de MUERTE por lo que se tiene que seguir con la mayor prontitud estos pasos:

a).- Averiguar de inmediato la causa del shock

b).- Mantener a la víctima acostada.

c).- Mantener libres las vías respiratorias, si hay vómito procurar = que la cabeza permanezca de lado para evitar obstrucción de la tráquea.

d).- Elevar las piernas de la víctima si no hay fractura, la cabeza debe hallarse a un nivel más bajo que el cuerpo.

e).- Mantener tibia a la víctima, sobre todo si hace frío.

f).- Dar de beber fluidos que no contengan alcohol ni alguna sustancia con propiedades narcóticas. (agua, café té), si existe la posibilidad es muy conveniente dar de beber al accidentado una solución constituida por 1 litro de agua, 5 gramos de sal y 2 gramos de NaHCO_3 , puede prepararse de inmediato con $\frac{1}{4}$ de litro de agua, 1 cucharada cafetera de sal y $\frac{1}{2}$ de NaHCO_3 .

g).- Evitar el pánico tranquilizando a la víctima.

5.8).- INTOXICACION O ENVENENAMIENTO

Una de las causas más comunes de accidentes en el laboratorio es el envenenamiento o más comunmente intoxicación, por lo general por la inhalación prolongada de alguna sustancia tóxica; hay tantos tipos de envenenamiento como venenos, en general un caso de envenenamiento o intoxicación severa se puede detectar por los siguientes síntomas:

a).- olor del veneno en la boca o nariz.

b).- Palidez aguda en labios o en la nariz.

c).- Sensación de dolor o quemazón en la garganta.

d).- Inconciencia, confusión, o pérdida súbita del conocimiento, puede presentarse el temido shock.

Aquí también es esencial la premura con que se tomen las primeras medidas para auxiliar a un envenenado, si hay otras personas disponibles, una debe atender a la víctima y otra llamar por ayuda médica, es un punto muy importante que al llegar el médico se le proporcione el envase o recipiente donde se contiene el veneno que ha ocasionado el accidente, la persona que aplica los primeros auxilios debe conocer de inmediato que sustancia tóxica causó el accidente y también de inmediato preparar el antídoto.

Si no se conoce el veneno suministrar abundante agua o leche, si el envenenamiento ha sido con ácidos, bases o disolventes NUNCA provocar el vómito, en caso de envenenamiento seguir de inmediato estos pasos:

a).- llamar al médico de inmediato

b).- aplicar respiración artificial si a la víctima se le dificulta respirar

c).- dar a beber agua o leche tibia, no intentar dar de beber remedios improvisados o que no se tenga la certeza de que son efectivos.

d).- si se induce el vómito (sólo en caso que REALMENTE peligre la vida del accidentado, llevar los dedos hasta el fondo de la garganta, y cuidar que la garganta no se haya obstruída, pero el vómito no debe inducirse si la víctima:

e).- está inconciente.

f).- tiene convulsiones, presenta dolor agudo o sensación de ardor intenso en la boca o garganta

g).- si ha ingerido algún producto derivado del petróleo; limpiadores domésticos, yodo, blanqueadores, o soluciones ácidas o alcalinas intensas.

5.9).- CONTAMINACION POR LA PIEL

Hay venenos que pueden ingresar por la piel, esto sucede frecuentemente por el descuido de no usar guantes o la debida protección cuando se trabaja con sustancias tóxicas, cuando sucede un envenenamiento o intoxicación por vía epitelial es recomendable seguir los siguientes pasos:

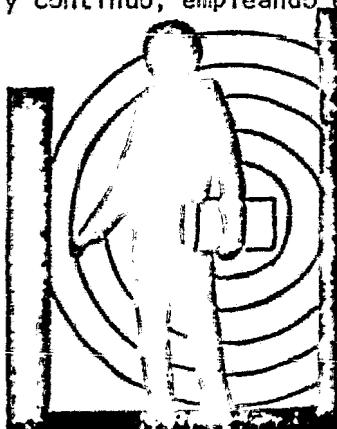
a).- remojar o empapar la piel con agua (regadera, manguera o al grifo de la llave), aplicando el chorro de agua sobre el área afectada, en tanto se remueve la ropa contaminada; es muy importante señalar que prescindiendo de objeciones la ropa contaminada se elimine con rapidez, por otra parte el enjuague con agua tiene que ser de inmediato y muy abundante, hasta remover enteramente el contaminante.

5.10).- CONTAMINACION DEL OJO

Se exceptúan aquí las quemaduras que ya tratamos en páginas anteriores si ocurre el contacto de alguna sustancia con el ojo seguir estos pasos:

a).- mantener bien abiertos los párpados y enjuagar con abundante agua mediante un chorro suave y continuo, empleando en esto por lo menos 10 minutos.

" LAS NORMAS DE
CON LA



SEGURIDAD SOLO SE REFUERZAN
PRACTICA CONSTANTE"

5.11).- QUEMADURAS

Hay dos clases importantes: las químicas y las térmicas, los primeros pasos para controlar quemaduras tienden a evitar el shock, dolor intenso y _

llamar de inmediato por el médico, un shock por quemaduras intensas puede ocasionar la muerte en pocos minutos.

5.12).- QUEMADURA TERMICA NO EXTENSA

Es muy conveniente seguir estos pasos:

- a).- colocar a la víctima en una posición donde se pueda maniobrar con comodidad
- b).- colocar una gasa o trapo limpio (de preferencia gasa estéril si se puede disponer de ella) que esté empapada de una solución preparada de la siguiente manera: 2 cucharadas soperas de NaHCO_3 en 1/4 de litro de agua tibia (24 a 30 gramos de bicarbonato por cada litro de agua).
- c).- una vez colocada la gasa o trapo limpio vendar suavemente, NO APRE-
TANDO LA HERIDA, ya que esto puede ocasionar la aparición de infecciones.
- d).- si la piel no está rota o muy escoriada, sumergir la parte afecta-
da en agua fría y muy limpia. o aplicar hielo limpio para aliviar el dolor.

5.13).- QUEMADURA TERMICA EXTENSA

Son más graves y pueden tener complicaciones posteriores, si ocurre alguna seguir estos pasos:

- a).- colocar gasa estéril o trapos muy limpios sobre la herida, de modo que se excluya el aire; si no se dispone de aditamentos limpios NO colocar trapos o frazadas sucias pues se corre el riesgo de una grave infección.
- b).- acostar a la víctima y llamar de inmediato al médico.
- c).- si la víctima está conciente darle a beber alguna bebida no-alco-
holica, (café, té, refresco etc.)

5.14).- QUEMADURA POR SUBSTANCIAS QUIMICAS

Puede llegar a ser graves, debido a la acción persistente de muchas substancias, en general se recomienda seguir este procedimiento:

a).- lavar de inmediato con abundante flujo de agua, la velocidad es esencial para disminuir la extensión del daño.

b).- remover la ropa cercana al área afectada sin dejar de irrigar.

c).- si la herida es muy extensa acostar a la víctima en tanto se solicita con urgencia la ayuda médica, no tratar de hacer nada de lo que no se esté seguro, esto incluye no colocar sobre la herida ninguna substancia en tanto no llegue el médico, si el dolor fuera muy intenso colocar algún antídoto, pero solo si el dolor es insoportable para la víctima.

d).- si la víctima puede beber, darle algún líquido no-alcoholico (te, café etc.).

e).- NO APLICAR ungentos, grasas, picratos etc. en las quemaduras extensas, puede ser contraproducente.

5.15).- ABRASIONES Y CORTADAS

En estos casos lo importante es prevenir la infección, se excluyen aquí las cortadas graves en donde el hecho importante es evitar la pérdida de sangre, de manera que para cortadas y abrasiones no graves seguir estos pasos:

a).- limpiar la herida y lavarla muy bien con sus áreas adyacentes con agua y jabón, el agua de preferencia tibia.

b).- colocar una gasa estéril sobre la lesión, substituyendo las gasas para mantener la lesión seca y limpia.

c).- no colocar nunca la boca sobre la herida, ni respirar cerca de ella o tocarla, a fin de evitar el riesgo de infección.

5.16).- FORMA ADECUADA DE MOVER A UN HERIDO

En caso de algun accidente grave en que la víctima quede inmóvil o se haga necesario trasladarla con urgencia, es muy importante saber como hacerlo sin causarle alguna lesion que puede ser permanente; si se sospecha que puede haber lesión grave, NO MOVER AL LESIONADO hasta que llegue alguien que sepa como hacerlo sin peligro, de ser necesario mover con mucho cuidado con todas las partes del cuerpo al mismo nivel.

Se debe manipular primero por la cabeza y los pies, no ejerciendo acción lateral, protegiendo la cabeza; si se va a levantar a una víctima con lesión grave, esta delicada operación se debe hacer levantando todo el cuerpo al mismo tiempo; resulta obvio que esta operación no la puede hacer una sola persona, deberán ser mínimo 2 o 3 personas las que lo hagan, si existe fractura grave, 3 personas al menos levantarán a la víctima, no moviéndola o zarandeandola en ningun caso.

Si es posible improvisar una camilla, empleando 2 o 3 batas entrelazadas y 2 travesaños resistentes.

Se debe también tener el cuidado de levantar o elaborar la historia de la herida a fin de que el tratamiento médico posterior se haga sobre datos fidedignos; como en todos los casos anteriores el conseguir la ayuda médica con la mayor premura es un aspecto primordial y esencial, y tan pronto se observe un caso así LLAMAR DE INMEDIATO AL MEDICO; la premura con que se apliquen medidas de primeros auxilios, como la prisa con que llegue la ayuda profesional, puede ser la diferencia entre la vida y la muerte de la víctima, o en caso dado de LESIONES PERMANENTES, incluso parálisis; de manera que tan importante como SABER COMO ACTUAR CORRECTAMENTE, lo es el hecho de llamar de inmediato por ayuda médica profesional, en todos los casos de aplicación de medidas de primeros auxilios.

CONCLUSIONES

Es indudable que los aspectos de seguridad deben tomarse con toda la importancia que merecen, una labor efectuada en un ambiente de seguridad se lleva a cabo con bienestar y productividad, asegurandose la preservación de lo más valioso: la integridad y la vida del ser humano.

Es necesario tener conciencia de esto, se torna muy necesario fomentar el hábito de realizar toda tarea conociendo la forma de realizarla sin riesgos para uno mismo, los demás ni para el patrimonio; formandose -previo a la ejecución- un juicio certero sobre los riesgos que entraña y la forma de evitarlos.

Es obvio que que esta tarea implicará además la preparación y conocimientos adecuados sobre tópicos tales como: combate y extinción de incendios, prevención de explosiones, intoxicaciones y lesiones al cuerpo etc.; y ya en el caso de una eventualidad indeseada las medidas adecuadas a prestar primeros auxilios y minimizar los efectos. Es observable que algunos laboratorios de la Facultad no llenan rigurosamente la totalidad de los requisitos; esto debido a que con los años ha aumentado notablemente el número de alumnos y por ello mismo la necesidad de disponer de mayor cantidad de sustancias peligrosas en el mismo espacio, alterando los principios y reglas antes expuestos.

Por las mismas razones -limitaciones de espacio y crecimiento de la población estudiantil- los sistemas de irrigación y los sistemas contra incendios se encuentran de algun modo por debajo de los límites permitidos.

Al respecto es bueno enfatizar la necesidad de no tener demasiada cantidad de disolventes o líquidos inflamables y sí en cambio contar con mayor número de extinguidores y salidas de emergencia, debiendo todos los laboratorios mejorar este último aspecto. Por lo que respecta a la educación es muy necesario contar con programas adecuados a cada asignatura de laboratorio, A FIN DE POSEER LOS CONOCIMIENTOS NECESARIOS Y APLICARLOS.

Será responsabilidad de profesores y alumnos el ir superando día a día las deficiencias que en la materia de seguridad se encuentren en los equipos e instalaciones de la Facultad de Química.

Finalmente: se enfatiza la necesidad de adquirir conciencia de la importancia que tiene el impartir las asignaturas de laboratorio con los conocimientos que sobre prevención y control se requieren para su adecuado desarrollo.

Incluso tomar un curso como el de la materia de Seguridad e Higiene Industrial se hace muy necesario para tener el criterio y los parámetros necesarios para desarrollar el trabajo de laboratorio en la forma que represente la mayor seguridad; indudablemente que esto repercutirá en un desempeño más fructífero para todos.

TABLA 1

PROPIEDADES MAS COMUNES DE LOS DISOLVENTES DE MAYOR USO EN EL LABORATORIO

(Condiciones Standard)

	Punto de Ebullición en °C	Flash Point F	Temperatura de Autoignición En °C	Presión de Vapor a 20 °C en mm Hg.	Velocidad de Evaporación (Eter= 1)
ACETONA	56.1	4	603	185	2.1
DISULFURO DE CARBONO	46.3	-22	125	295	1.8
ETER	34.5	-49	186	442	1.0
ACETATO DE ETILO	77.2	31	486	76	2.9
HEXANO	68.7	-15	247	68.7	2.3
METANOL	64.5	58	470	64.5	6.3
ETANOL	78.32 °C	14 °C	793 °C	-	5.5
TOLUENO	110.6	40	552	110.6	6

TABLA 2

RANGO DE FLAMABILIDAD

DI SOLVENTE	RANGO DE FLAMABILIDAD (LIMITE DE FLAMABILIDAD EN AIRE % POR VOLUMEN)
ACETONA	2.2-13
DISULFURO DE CARBONO	1-50
ETER	1.7-48
ACETATO DE ETILO	2.3-11
HEXANO	1.2-7.7
METANOL	6-36.5
NITROMETANO	1-7.3
TOLUENO	1.2-7.1

TABLA 3

LIQUIDOS FLAMABLES Y VOLUMEN EXPLOSIVO POR 3.8 LITROS

DISOLVENTE	METROS ³ DE AIRE	PIES CUBICOS DE AIRE
ACETONA	49.7	1755
BENCENO	72.2	2550
ALCOHOL BUTILICO	47	2000
DISULFURO DE CARBONO	141.5	5000
ETER ETILICO	49.5	1750
ACETATO DE ETILO	40.5	1430
METANOL	37.1	1310
ALCOHOL PENTILICO (ALCOHOL AMILICO)	67.9	2400
TOLUENO	71.6	2530
XILENO	73.6	2600
ACETATO DE BUTILO	47	1660
ACETATO DE PENTILO (ACETATO DE AMILO)	54.9	1940

TABLA 4

MAXIMAS CANTIDADES PERMISIBLES PARA ALMACENARSE DE SUBSTANCIAS FLAMABLES

CLASE DE LABORATORIO	SIN IRRIGACION	CON IRRIGACION
A	35 litros por 10 M ² de AREA 300 GALONES MAXIMO	35 Litros por 10 M ² 600 GALONES MAXIMO
LB	18 litros por 10 M ² 375 litros máximo	18 litros por 10 M ² 750 litros máximo
INSTRUCCIONAL CLASE B	10.5 litros por 10 M ² 260 litros máximo	10.5 litros por 10 M ² 520 litros máximo
C	7 litros por 10 M ² 260 litros máximo	7 litros por 10 M ² 520 litros máximo
INSTRUCCIONAL CLASE C	3.5 litros por 10 M ² 150 litros máximo	3.5 litros por 10 M ² 150 litros máximo

*3

TABLA 5

LIMITES EXPLOSIVOS EN EL AIRE DE ALGUNOS DISOLVENTES COMUNES EN EL LABORATORIO
 CON DATOS SOBRE SUS FLASH-POINTS Y VALORES LIMITES DE UMBRAL (PODER EXPLOSIVO)

SUBSTANCIA	LIMITE EXPLOSIVO EN EL AIRE % en Volumen	FLASH POINT (°C)	VALOR LIMITE DE UMBRAL (ppm por vol)
ACETONA	2.6-12.8	-20	1000
BENCENO	1.4-8.0	-17	25
BROMURO DE METILO	10-16	—	20
ETER DIETILICO	1.9-48	-45	400
ETER DE PETROLEO	1-8	-57	500
FORMALDEHIDO	7-73	50	5
SULFURO DE HIDROGENO	4.3-45	(GAS)	10

LOS DATOS DE ESTA TABLA SE TOMARON DEL ARTICULO DE HUGHES D. EN:

Chemistry in Britain 8 (7): 288-292, 1972

APENDICE 1

ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS INCOMPATIBLES

Substancia Química	Mantener alejado de contacto con:
METALES ALCALINOS, ALUMINIO PULVERIZADO ETC.	H ₂ O, Tetracloruro de Carbono y de otros hidrocarburos clorados, CO ₂
ACIDO ACETICO	Acido crómico, acidos: nítrico, perclórico, permanganatos, peróxidos y compuestos hidroxílicos
ACETILENO	cloro, bromo, fluor, plata, mercurio
AMONIACO	Hg (en manómetros por ej.), halógenos hipoclorito de Ca, HF anhidro etc.
ANILINA	HNO ₃ H ₂ O ₂
BROMO	NH ₃ , acetileno, butadieno, butano, metano, hidrógeno, hidrocarburos no saturados, metales finamente divididos, benceno, turpentina etc.
CARBON ACTIVADO	hipoclorito de Ca, y cualquier agente oxidante
CLORATOS	sales de amonio, acidos, metales pulverizados, materiales orgánicos finamente divididos, materiales combustibles.
COBRE	acetileno, peróxido de hidrógeno
CLORO	* lo mismo que para el bromo *
ACIDO FLUORHIDRICO	amoníaco
FLUOR	* lejos de cualquier substancia *
DIOXIDO DE CLORO	amoníaco, metano, fosfina, H ₂ S
HIDROCARBUROS	halogenos, acido crómico, peróxido de sodio
LIQUIDOS INFLAMABLES	nitrato de amonio, acido crómico, H ₂ O ₂ , acido nítrico, peroxido de Ca, halógenos, substancias altamente oxidantes.
MERCURIO	acetileno, amoniaco, fulminatos.
SULFURO DE HIDROGENO	acido nítrico fumante, gases oxidantes
YODO	acetileno, amoniaco, hidrógeno

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (1).- Steere N.V. The Laboratory fire safety standards being developed by the National Fire Protection Association J Chem Educ 51 (4): A227-A229, 1974
- (2).- Schuerch C. Safe practice in the Chemistry Laboratory - A safety Manual part I J Chem Educ 49 (11): A637-A639, 1979.
- (3).- Wilbraham A.C. Fire Safety and Fire Control in the Chemistry Laboratory J Chem Educ 56 (10): A311-A314, 1979
- (4).- Steere N.V. CXXVI. Standard to be adopted for fire safety in laboratories (Concluded). J Chem Educ 52 (8): A380-A381, 1975
- (5).- Hughes D. Laboratory ventilation and fume dispersal!
Chemistry in Britain 8 (7): 288-92, 1972
- (6).- Steere N.V. Identifying multiple causes of laboratory accidents and injuries - Part I. J Chem Educ 50 (4): A223-A225, 1973
- (7).- Steere N.V. "Fire Safety in the Chemical Laboratory"
Handbook of Laboratory Safety, 2 Ed. North Holland Publishing Co. Greensboro, Pa., E.U.A. 1976, pages 584-589
- (8).- Gaston P.C. "Safety in the Chemical Laboratory", Reinhold Pub Co., New York, N.Y., 1973. pages 73-83.
- (9).- Loperfido J.C. "Development of a safety program for academic laboratories" J Chem Educ 49 (10): A583-A591, 1972
- (10).- Anderson D.H. et.al. "A cleanup procedure for handling mercury spills" J Chem Educ 55 (2): A71-A78, 1978

- (11).- Sherma J. "The mercury sponge" *Chemist Analyst* 65 (2): 2, 1974
- (12).- Newman M.S. "An improved mercury retriever"
J Chem Educ 55 (2): A78, 1978
- (13).- Tucker B. "Acid cleaning of glassware"
Manufacturing Chemists Association. Check List Reports 2: 557-
560, 1974
- (14).- Gaston G. *Handbook of Chemical Laboratory Safety*, May & Baker
LTD, Londres 1966, pages 48-54.
- (15).- Steere N.V. "XC. Identification of hazardous materials - Part II".
J Chem Educ 48 (11): A709-A712, 1971
- (16).- Wood W.S. "XCIII. A safety survey in research and development labor-
atories". *J Chem Educ* 49 (7): A383-A385, 1972
- (17).- Jackson W.B. et.al. "LXI. Control or peroxidizable compounds".
J Chem Educ 47 (3): A175-A179, A188, 1970
- (18).- Wear J.O. "CXX. Azide hazards with automatic blood cell counters".
J Chem Educ 52 (1): A23-A27, 1975.
- (19).- Schwab R.F. "XCXI. Manual of hazardous chemical reactions".
J Chem Educ 50 (3): A149-A153, 1973
- (20).- Abelson C. "Risk of toxicity in chemical and industrial laborato-
ries". *Science* 202 (4364): 139- , 1978
- (21).- Steere N.V. "XC. Identification of hazardous materials - Part III".
J Chem Educ 48 (12): A765-A769, 1971

- (22).- Toxic and Hazardous Industrial Chemicals. Safety Manual.
International Technical Institute for Industrial Safety, 3 Ed. ___
Tokyo Japon, 1975, pag 110-112.
- (23).- Mc Kusick B.C. "Prudent practices for handling hazardous chemicals_
in laboratories Science 211 (~~484~~): 777-780, 1981.
- (24).- American Medical Association. Handbook of Laboratory Safety, 2 Ed._
North Holland Publishing Co., Greensboro Pa, USA, 1976, pags 36-47.

GLOSARIO

A).- TEMPERATURA DE IGNICION: Temperatura a la cual al ser sometida una sustancia química determinada, comienza a arder en forma ininterrumpida.

B).- FLASH POINT: Es la temperatura de un líquido , en la cual se desprende suficiente vapor para formar una mezcla con el aire que es capaz de arder, tal mezcla se forma cerca de la superficie del líquido.

C).- TEMPERATURA DE AUTO-IGNICION: La temperatura a la cual un disolvente comienza a arder en forma continua e ininterrumpida, independientemente del calor aplicado, basta solamente con que tal disolvente sea sometido a dicha temperatura para que ocurra una auto-combustión.

D).- RANGO DE FLAMABILIDAD: Porcentaje de vapor mezclado con aire, que forma una mezcla capaz de arder al entrar en contacto con una fuente de ignición; sus extremos se conocen como límites superior e inferior de flamabilidad, si el % de vapor (en volumen) es menor que el límite inferior la mezcla no arderá, y en el eventual caso de ocurrir combustión esta será de brevísima duración.

nejarlos con sumo cuidado, cualquier recipiente en mal estado debe desecharse de inmediato, almacenarlo lejos de sustancias incompatibles (polvos metálicos sulfuro de hidrogeno etc.); usar siempre goggles, guantes de hule y ropa protectora.

Para manipularlo es altamente recomendable usar guantes si se transporta en grandes recipientes así como una mascarilla protectora y un aparato de respiración. Durante el trabajo JAMAS se mantendrán destapados los frascos de este reactivo, evitando en lo absoluto el derramarlo sobre las mesas o el piso inútil insistir que el sistema de ventilación deberá funcionar a la perfección y en todo momento en que se trabaje con acido nítrico, aparte de contar con la indispensable ventilación natural.

PRIMEROS AUXILIOS: Si cayese en la piel lavar de inmediato con agua muy abundante, posteriormente lavar con agua y jabón, se recomienda que en caso de que la zona de exposición sea extensa, se lave generosamente la parte afectada con una solución al 5 % de bicarbonato de sodio; si cayese en los ojos enjuagar abundantemente con agua sin perder un instante, y si se ingiere no provocar el vómito, sino llamar de inmediato por el médico, en tanto neutralizar con leche.

—ACIDO SULFURICO

No presenta tanto riesgo como los anteriores debido a que casi no es volátil ni inflamable, aunque en contacto con muchas sustancias puede ser hasta explosivo, sus riesgos principales radican en su extrema capacidad de ser corrosivo y en las graves quemaduras que puede ocasionar, entre sus efectos se tienen entre los agudos; quemaduras intensas, conjuntivitis, si se han respirado los vapores largo rato causa irritación de nariz y garganta, si se ingiriese, perforación del tracto digestivo; sus efectos crónicos tambien son de consideración; edema laríngeo, bronquitis, probable neumonía, edema pulmonar, albuminuria y aumento de coloración en la orina .

MEDIDAS PREVENTIVAS: dado lo corrosivo que es se procurará en todo momento _ evitar los derrames, los recipientes se han de manejar con extremo cuidado, y _ procurando proteger los envases con una funda de arpillera o material similar, es de la mayor importancia evitar el contacto con el agua, y al manipularlo _ contar siempre con guantes de hule y ropa protectora, al igual que en casos _ anteriores es necesaria una buena ventilación; es muy importante señalar que _ todas las personas con enfermedades pulmonares no deben trabajar con ácido sulfúrico.

PRIMEROS AUXILIOS: si cae en los ojos irrigar de inmediato con agua, no cesando la irrigación hasta asegurarse que se ha removido toda traza del contaminante, si el accidente es en la piel lavar con agua y jabón, en caso de ingestión llamar de inmediato al médico, en el caso de inhalación prolongada de vapores será necesario administrar oxígeno y/o respirar aire fresco por un _ extenso rato.

4.21).- OTRAS SUBSTANCIAS INORGÁNICAS

Sería extenso tratar otras sustancias inorgánicas, dada su gran diversidad, para consultar literatura al respecto se dan las referencias al final de la obra, de hecho se han mencionado aquellas que son de uso más común _ y cotidiano en el laboratorio; definitivamente se requiere conocer sus probables riesgos y la forma adecuada de tomar medidas precautorias.

Todas las sustancias que se han descrito con brevedad son las más representativas de determinados grupos con los cuales se trabaja usualmente en un laboratorio químico, las medidas preventivas indicadas deberían ser puestas en práctica siempre que se trabaje con ellas, esto evitará que puedan _ presentarse situaciones no deseables, tanto en daños físicos como en riesgos a las instalaciones, solo implican el considerar la seguridad en el labora- _

torio como un hecho de importancia fundamental.

4.22).- REGLAS PREVENTIVAS ELEMENTALES

Hay reglas., que sin importar de que sustancias se trate, se han de observar y practicar siempre; esto evitará accidentes y riesgos ocupacionales.

Antes que todo una regla básica para evitar accidentes por toxicidad, lo constituye el hecho de identificar perfectamente a cada sustancia manteniéndola en su recipiente correspondiente; el cual deberá estar perfectamente etiquetado indicando con claridad el contenido, los riesgos que implica y las medidas preventivas para anular sus efectos; igualmente esta etiqueta indicará los probables antídotos a aplicarse cuando se ingiera y en tanto se cuenta con ayuda médica, asimismo deberá ostentar las recomendaciones para almacenaje; no es inútil insistir que jamás se colocará una sustancia en un recipiente etiquetado con otro nombre, en alguna ocasión podría hacerse esto por alguna emergencia imprevista o por comodidad; pero si sucede se están violando las más elementales reglas de seguridad, de esta forma se insiste que JAMAS se pasará una sustancia de su recipiente al de otra sustancia.

Un error afortunadamente muy raro, pero que llega a suceder, es el usar matraces o vasos de precipitados como recipientes para café o alguna bebida, esto jamás se deberá presentar, un profesionista químico como persona con alto sentido de responsabilidad nunca deberá usar el material de laboratorio como utilería de mesa, ni permitir que otros lo hagan, muchas sustancias a pesar de que el material se haya lavado perfectamente, permanecen en el material y pueden significar una probabilidad de intoxicación, de la misma manera, el material usado para tomar café o alguna bebida o comida, debe almacenarse en un sitio apropiado alejado de las sustancias que se manejan en el laboratorio, y no usarse ni por un instante como material de laboratorio.

se hace hincapié en esto, debido a que se ha encontrado que esta clase de anomalías sí llegan a ocurrir .

Cualquier situación de esta naturaleza que se llegara a presentar no deberá pasarse por alto, aplicandose si es necesario alguna sanción para el que la infrinja; una fuente potencial de accidentes de esta naturaleza lo constituye en definitiva usar el material de laboratorio como loza de mesa.

Daños por posible emisión de sustancias tóxicas lo constituye el no lavar el material como es debido; en efecto; residuos de algún reactivo no removidos de algún material deficientemente lavado pueden reaccionar con otro (s) generandose vapores o emanaciones peligrosas; es una responsabilidad inherente a cada quien la perfecta limpieza de el material que utiliza, así como de la eliminación de los desechos que en un momento dado pueden constituir una potencial fuente de intoxicación o de envenenamiento.

Es en definitiva de una importancia fundamental el que el sistema de ventilación funcione perfectamente, el mejor medio de evitar problemas por la toxicidad de las sustancias es contar con la ventilación adecuada; tanto la natural como la artificial, esta última debe funcionar de manera satisfactoria manteniendo siempre las concentraciones de sustancias peligrosas por debajo del límite mínimo permisible recomendablemente, los extractores deberán funcionar sin interrupción y adecuadamente durante todo el trabajo de laboratorio, las reacciones que generen humos o vapores molestos o peligrosos es mejor efectuarlas en un sitio ex-profeso para ello; pero el mejor seguro contra riesgos ocupacionales es el PERFECTO FUNCIONAMIENTO DE LA VENTILACION, esto ya se ha tratado con extensión en el capítulo de FUEGO; las recomendaciones ahí señaladas son válidas para mantener el ambiente dentro de las concentraciones permisibles de sustancias dañinas.

Cualquier falla en la ventilación debe reportarse de inmediato y suspender de inmediato el trabajo.

El buen funcionamiento del sistema de ventilación, evitará a la vez, el que se presenten concentraciones peligrosas de vapores flamables que pudieran causar aparición de fuego y/o explosión.

El manejo adecuado de recipientes contenedores de sustancias tóxicas, no debe tampoco pasarse por alto, un contenedor roto o mal cerrado puede ser la causa del desprendimiento continuo de vapores tóxicos o molestos; los derrames que no se consideran de importancia, bien sean pequeños sobre la mesa, son con frecuencia causa de intoxicaciones agudas serias; muchas de ellas se derivan de recipientes en mal estado o inadecuadamente manejados.

4.23).- CUIDADO DE LOS OJOS

Muchos de los accidentes involucrando toxicidad tienen que ver con los ojos, prueba de ello son los casos más frecuentes: conjuntivitis, quemaduras de la córnea, irritaciones severas etc., ya se ha insistido en el capítulo de reglas básicas sobre el cuidado que se debe tener con los ojos; se han indicado las medidas precautorias mas importantes; aquí solo se añadirá un caso que sucede con mucha frecuencia y es causa de daños a veces serios a los ojos: el dejar los lentes o goggles hacia abajo de forma que los cristales estén en directo contacto con alguna substancia, por negligencia o comodidad muchas veces se abandonan en esta posición sobre las mesas de trabajo, y al colocarlos de nuevo pudieran ocasionar molestias o algun síntoma de mayor consideración, de lo anterior, es altamente recomendable colocar los goggles o lentes protectores en un sitio alejado de la colocación constante de recipientes con reactivos, preferiblemente encerrados en su estuche, observando la disciplina necesaria para no abandonarlos en algun otro sitio.

PRIMEROS AUXILIOS

Como todos los aspectos de seguridad este es muy importante, constituye una serie de medidas de CONTROL o CORRECTIVAS, no de PREVENCIÓN, puesto que su utilidad se reduce a minimizar un daño ya hecho. Dado el caso de que alguien sufra un accidente los primeros auxilios que se le brinden pueden significar la diferencia entre la muerte o seguir viviendo.

Se definen los primeros auxilios como la ayuda inmediata y temporal que se le brinda a quien resulta víctima de algún accidente repentino, hasta el momento en que puede brindarsele ayuda médica profesional; su objetivo primero y primordial es SALVAR LA VIDA, hecho que comprende:

- a).- Prevenir pérdidas de sangre
- b).- Mantener la respiración
- c).- Prevenir más o mayores heridas
- d).- Evitar lo que se le llama en medicina "Shock"
- e).- Procurar ayuda profesional de inmediato
- f).- Inspirar confianza y brindar apoyo anímico o emotivo al herido.
- g).- muy importante: no hacer más de lo necesario hasta que llegue la ayuda médica profesional.
- h).- Evitar el pánico.

Dada la intención de este trabajo de constituirse en manual de seguridad en el laboratorio, se darán recomendaciones generales para brindar primeros auxilios; todo lo aquí recomendado, está avalado por asociaciones médicas de prestigio, cada persona debería recibir instrucción en la mayor medida posible sobre primeros auxilios.

Los primeros auxilios que se otorguen dependerán del tipo de accidente que haya ocurrido, pero en general deberán seguirse estos pasos:

- a).- Actuar de inmediato, no perder un solo instante.
- b).- No realizar ninguna operación delicada si no se sabe que hacer con

certeza, es mejor esperar la ayuda médica, los resultados pueden ser contra-
productivos y dejar lesiones PERMANENTES.

c).- No mover al herido, si se requiere hacerlo la operación deberá efectuarse con mucho cuidado y lentamente, si hay heridas en la columna vertebral inmovilizar al paciente totalmente.

d).- Tranquilizar al herido, el pánico de este puede ser causa de otro problema más serio, este punto no deberá descuidarse nunca.

e).- Aflojar sus ropas para que pueda respirar con facilidad, así como librarlo de objetos estorbosos; vg. pulseras, cadenas, relojes, collares etc.

f).- Llamar de inmediato por ayuda médica, si el que brinda los primeros auxilios tiene necesidad de permanecer junto al herido, otra persona si es que se puede deberá actuar en este punto con prontitud; es importante señalar que mientras se le suministran los primeros auxilios al accidentado, otras personas se avocarán a la tarea de conseguir ayuda médica profesional.

5.2).- - TRATAMIENTO DE EMERGENCIA EN EL ATAQUE DE SUBSTANCIAS QUÍMICAS A LOS OJOS.

Cada persona que trabaja con sustancias químicas deberá conocer el método adecuado y correcto de administrar primeros auxilios a quien le ha entrado en los ojos alguna sustancia, el tratamiento recomendado es enjuagar abundantemente con agua tibia de preferencia, SIN PARAR; los lentes de contacto son definitivamente contraindicados para trabajar en el laboratorio, los médicos opinan que la parte más importante del tratamiento en caso de que una sustancia entre al ojo, es el procedimiento correcto que el individuo haga por sí mismo durante los primeros segundos; lo correcto que haga es más importante que lo que el médico pueda hacer si la sustancia ha permanecido por algunos instantes en el ojo sin diluirse, en este caso será poco lo que

el médico podrá hacer y si ha, daño apreciable ya no habrá remedio posible para la lesión, de lo anterior se infiere que lo correcto es lavar el ojo con abundante agua en forma continua, de forma que el flujo bañe el ojo completamente a fin de que la substancia se diluya a un nivel inocuo, esto es muy importante para salvar de una lesión permanente la córnea.

Hay un hecho muy importante que se debe tomar en cuenta; las substancias alcalinas tal como NaOH o amoníaco dañan muy severamente el ojo, más aun que las substancias ácidas, los alcalis continúan corroyendo el tejido con mucha facilidad, es por ello que si cayera alguna substancia básica en el ojo, no se deberá perder un solo instante en lavar abundantemente el ojo con agua, en forma generosa y continua; como se comentaba anteriormente, los lentes de contacto incrementan las lesiones de este tipo ya que al no poderse remover con rapidez impiden la irrigación completa, y quien prestara ayuda si desconoce que el herido los usa, puede lesionar aún más, de esto se infiere que es altamente recomendable NO USAR LENTES DE CONTACTO EN EL LABORATORIO, y si no puede prescindirse de ellos usar completa protección en todo tiempo. (24).

5.3).- PRIMEROS AUXILIOS EN CASO DE ACCIDENTE A LOS OJOS

- 1).- Lavar abundantemente en forma continua con agua.
- 2).- NO APLICAR COLIRIOS, SOLUCIONES MEDICADAS, ETC. NADA EN LO ABSOLUTO.
- 3).- Llamar de inmediato por ayuda médica profesional.

5.4).- HEMORRAGIAS

Una hemorragia fuerte puede matar al accidentado en pocos minutos si in-

teresa alguna de las vías vitales (yugular, femoral etc.).

El primer punto importante es no perder UN SOLO INSTANTE, y aplicar de inmediato presión sobre la parte afectada, si se siguen los pasos indicados a continuación se tendrán resultados favorables:

a).- No perder un solo instante, hay una vida humana dependiendo de la prontitud con que se brinde ayuda.

b).- Presionar directamente sobre la herida

c).- Colocar una frazada, trapo o pañuelo limpio sobre la herida y aplicar presión firmemente con ambas manos, si no se dispone de ningún pedazo de tela tratar de cerrar la herida con fuerte presión de las manos.

d).- Mantener la frazada sobre la herida firmemente asegurada y apretada con un vendaje fuerte; vg. una corbata, tiras de tela de una bata o alguna prenda etc.

e).- Elevar la herida a un nivel superior al del resto del cuerpo salvo si hay huesos rotos.

f).- Mantener a la víctima acostada, y si se ha controlado la hemorragia tranquilizar al herido.

g).- Llamar de inmediato por ayuda profesional.

Una vez controlado el flujo de sangre y tranquilizada la víctima, es muy importante seguir estos otros pasos:

h).- Mantener tibia a la víctima, cubriéndola con alguna frazada o manta, bata etc, colocando algo tibio debajo de ella si el piso está frío.

i).- Si está consciente y puede deglutir, dar la mayor cantidad posible de líquidos (agua, café té etc. por ningún motivo dar a beber alguna infusión con propiedades narcóticas).

j).- Es muy importante recalcar que no se debe aplicar ningún torniquete para controlar hemorragias, salvo que sean excesivamente violentas, o exista algún miembro cercenado o mutilado.